

REDISEÑO HMI DE DISPLAY PARA PLANTAS DE PULPA Y CALDERAS
PROPAL

JAIRO JEOBANY VILLOTA CARVAJAL
MILTON CESAR MOSQUERA VALENCIA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA INGENIERIA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2006

REDISEÑO HMI DE DISPLAY PARA PLANTAS DE PULPA Y CALDERAS
PROPAL

JAIRO GEOVANNY VILLOTA CARVAJAL
MILTON CESAR MOSQUERA VALENCIA

Pasantía para optar al título de Ingenieros Mecatrónicos

Director:
ANDRES FELIPE NAVAS
Ingeniero Mecatrónico

Asesor:
MARIO ALBERTO LOPEZ
Gerente de automatización y procesos Planta 1
Propal S.A.

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA Y ELECTRONICA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECATRÓNICA
SANTIAGO DE CALI
2006

Nota de aceptación:

Aprobado por el comité de Grado
en cumplimiento de los requisitos
exigidos por la Universidad Autónoma
de Occidente para optar al título de
ingenieros Mecatrónicos.

Ing. JOSE IGNACIO PEREZ
Jurado

Ing. DRAGO DUSSICH
Jurado

Santiago de Cali, 30 de Junio de 2006

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias porque nos han apoyado siempre, han creído en nosotros, en nuestras capacidades y en la etapa final de nuestro camino universitario están orgullosos de nuestros logros.

Agradecemos la oportunidad brindada por la empresa PROPAL S.A. y en especial a los ingenieros Mario López, Henry Ramos y Carlos Beltrán, a los operadores de maquinas Edison medina, Alonso Becerra y Juan Salazar, a los dibujantes Sergio Medina y William Castro por la colaboración prestada para la realización de esta pasantia.

De igual manera queremos agradecer al Ing. Andrés Felipe Navas por dirigir y orientar esta pasantia quien asesoró y dedicó gran parte de su tiempo para la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	pág.
GLOSARIO	14
RESUMEN	15
INTRODUCCION	16
1. MARCO CONTEXTUAL	17
1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	17
1.2 FUNDAMENTACION FILOSOFICA DE LA EMPRESA	18
1.2.1 Antecedentes	18
1.2.2 Misión	18
1.2.3 Alcance	19
1.2.4 Gente	19
2. PROBLEMA DE INVESTIGACION	20
2.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA	20
2.2 OBJETIVOS	20
2.2.1 Objetivo general	20
2.2.2 Objetivos específicos	21
2.3 JUSTIFICACION	21
3.0 MARCO TEORICO	22
3.1 CONTROL DISTRIBUIDO	22
3.2 DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN Y PROCESO	23

3.2.1	Diagrama de instrumentación	23
3.2.2	Diagrama simplificado de equipos	24
3.3	Ergonomía	25
3.4	HMI	27
3.4.1	Principios para el diseño	27
4.	METODOLOGIA	28
5.	DESARROLLO DEL PROYECTO	31
5.1	IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	31
5.1.1	Ubicación	31
5.1.2	Adaptación	31
5.1.3	Definición del problema	31
5.1.4	Identificación de las causas	34
5.1.5	Consecuencias	36
5.1.6	Partes implicadas	36
5.1.7	Evaluación de viabilidad	36
5.2	CONOCER EL PROCESO DEL PAPEL	37
5.2.1	Desmedulado	38
5.2.2	Planta de pulpa	39
5.2.2.1	Preblanqueo	40
5.2.2.2	Proceso de blanqueo	40
5.2.3	Máquina de papel	41

5.2.4	Planta de esmaltados	42
5.2.5	Recuperación de la soda cáustica (calderas)	43
5.3	CONVENCIONES	44
5.3.1	Documentación	44
5.4	LECTURA DE P&ID	45
5.4.1	Interpretación	45
5.4.2	Simbología estándar	45
5.4.2.1	Símbolos y números de instrumentación	46
5.4.2.1.1	Símbolos	46
5.4.2.1.2	Símbolos de líneas	47
5.4.2.1.3	Símbolos de válvulas y actuadores	48
5.4.2.1.4	Número de identificación de los instrumentos o números tag	51
5.5	ORGANIZAR HERRAMIENTAS	53
5.6	ESTUDIAR ESTÁNDARES DE LOS DISPLAY'S	54
5.6.1	Código de colores para PROPAL S.A.	54
5.6.2	Señalización y colores reglamentarios	54
5.6.2.1	Colores de contraste (nch 1410)	54
5.6.2.2	Tanques	55
5.6.2.3	Sistema de tuberías	56
5.6.3	Dirección de circulación del fluido (flechas)	57
5.6.4	Tipos de letra	57
5.6.4.1	Selección de la fuente	57

5.6.5	Distribución geométrica	58
5.6.6	Ergonomía visual	59
5.6.6.1	Aspectos de color	59
5.6.6.2	Colores de fondo	60
5.7	ESTUDIAR DISPLAY'S EXISTENTES	61
5.8	APROXIMACIONES AL SOFTWARE	65
5.8.1	Librería de válvulas diseñada	65
5.8.2	Librería de motores y bombas diseñada	66
5.8.3	Librería de tanques diseñada	67
5.8.4	Librería de tuberías diseñada	68
5.9	CONSTRUCCIÓN DE NUEVOS DISPLAY'S	69
6	CONCLUSIONES	86
	BIBLIOGRAFIA	87

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Descripción de cómo los círculos indican la posición de los instrumentos	46
Tabla 2. Tipos de líneas de conexión a proceso.	47
Tabla 3. Números TAG	51
Tabla 4. Letras para clasificar los diferentes tipos de instrumentos	52
Tabla 5. Colores de contraste.	54
Tabla 6. Números RAL para el color de los tanques, tuberías y sus franjas	56

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Panorámica de la planta No 1	17
Figura 2. Panorámica de la planta No 2	17
Figura 3. Secciones y niveles que forman un control distribuido	22
Figura 4. Diagrama de instrumentación y procesos (Propal Pulpa)	23
Figura 5. Diagrama de Instrumentación	24
Figura 6. Diagrama de bloques de una planta de tratamiento de aguas residuales	25
Figura 7. Display del proceso de clorinación (PROPAL- Pulpa)	33
Figura 8. Imagen plantación de caña de azúcar	37
Figura 9. Imagen planta de pulpa. Propal planta 1	39
Figura 10. Imagen paper machine. Propal planta 1	41
Figura 11. Imagen caldera de recuperación. Propal planta 1	43
Figura 12. Simbología para válvulas	48
Figura 13. Simbología para actuadores	49
Figura 14. Simbología para actuadores en caso de fallo	50
Figura 15. Esquema general de tanque	55
Figura 16. Ubicación flechas de dirección de flujo	57
Figura 17. Ejemplo del barrido visual típico de un despliegue en pantalla	58
Figura 18. Forma incorrecta de generar contraste	59
Figura 19. Contraste de colores adyacentes	60

Figura 20. Imagen sección display clorinación	61
Figura 21. Imagen overlay lavadora de cloro	62
Figura 22. Imagen sección display zarandas.	
Propal planta 1	63
Figura 23. Imagen sección nuevo display zarandas.	
Propal planta 1	63
Figura 24. Imagen sección nuevo display clorinación.	
Propal planta 1	64
Figura 25. Estado básico de bombas	66
Figura 26. Nuevo display clorinación. Sección Pulpa.	
Propal planta 1	69
Figura 27. Nuevo display hipoclorito. Sección Pulpa.	
Propal planta 1	70
Figura 28. Nuevo display extracción soda cáustica. Sección Pulpa.	
Propal planta 1	71
Figura 29. Nuevo display Preblanqueo. Sección Pulpa.	
Propal planta 1	72
Figura 30. Nuevo display digestores. Sección Pulpa.	
Propal planta 1	73
Figura 31. Nuevo display zarandas 2, 3,4. Sección Pulpa.	
Propal planta 1	74
Figura 32. Nuevo display lavadoras Preblanqueo. Sección Pulpa.	
Propal planta 1	75
Figura 33. Nuevo display lavadoras 3,4 desmedulado. Sección Pulpa.	

Propal planta1	76
Figura 34. Nuevo display lavadora de bagazo desmedulado. Sección Pulpa.	
Propal planta 1	77
Figura 35. Overlay lavadora de cloro. Sección Pulpa.	
Propal planta 1	78
Figura 36. Overlay lavadora de cáustica. Sección Pulpa.	
Propal planta 1	78
Figura 37. Display informe de procesos. Sección Pulpa.	
Propal planta 1	79
Figura 38. Overlay control velocidad prensa Andritz	79
Figura 39. Overlay bomba hidráulica	79
Figura 40. Overlay genérico para motores y bombas	80
Figura 41. Overlay marcha con tendencia a transportadores	80
Figura 42. Nuevo display caldera 1 y 2. Sección Calderas.	
Propal planta 1	81
Figura 43. Nuevo display caldera 5. Sección Calderas.	
Propal planta 1	82
Figura 44. Nuevo display parrillas. Sección Calderas.	
Propal planta 1	83
Figura 45. Nuevo display menú caldera 5. Sección Calderas.	
Propal planta 1	84
Figura 46. Nuevo display factor de potencia. Sección Calderas.	
Propal planta 1	85

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Alfabetos de la familia arial	89
Anexo 2. Tabla de RAL para aplicación colores	90
Anexo 3. Convenciones para estados y alarmas. Estándar BS5378	91
Anexo 4. Paper “rediseño hmi de los sistemas de control distribuido (dcs) para las plantas de pulpa y calderas Propal s.a”	92

GLOSARIO

DEPHITADOR. Mecanismo que abre las fibras de bagazo por medio de un proceso centrífugo

DESAIREADOR. Elemento que elimina el exceso de aire caliente luego de que el flujo es mezclado con vapor

DIGESTORES. Sistema de tanques elongados por los cuales pasa el bagazo mezclado con vapor para ser descompresionado y eliminar residuos sólidos,

ISA. Sociedad de Instrumentistas de América

LIGNINA. Resina existente en la estructura interna del bagazo, la cual le aporta su coloración ocre

STAND PIPE. Tanque de retención para dispensar el flujo por la tubería

STEAM MIXER. Tanque con agitador donde la pupa se mezcla con vapor

SUPERCALANDRIA. Sistema de rodillos calientes por donde pasa las hojas para eliminar humedad y obtener calibres deseados

ZARANDAS. Tanque por el cual la pulpa es impulsada a grandes presiones a través de orificios para bajar su consistencia

RESUMEN

En este trabajo de campo se encuentra materializada la investigación de estándares para display's y la selección de los conceptos adecuados que llevaron a un rediseño optimo de las HMI (Interfaz Hombre Maquina) involucradas en este proceso. Este trabajo se encuentra orientado a los diagramas de proceso y a los requerimientos de ergonomía visual y estandarización de la simbología con los que se pretende crear una base para la construcción de nuevos display's o telas (conocidas así en el ámbito industrial) que están involucradas en el proceso de fabricación de papel en **Propal**.

En la actualidad las interfaces HMI en la plantas de pulpa y calderas se encuentran limitadas al concepto de funcionalidad pero no están reglamentadas con ningún estándar para el uso de las mismas, se pretende suplir dichas necesidades con la finalidad de implementar una interfaces de calidad.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo de grado que sustenta la pasantía realizada en **Propal S.A.** se ve materializado el estudio de los estándares y lineamientos para el diseño de interfaces HMI para ambientes industriales, así como la interpretación de diagramas de proceso e instrumentación (P&ID) que ilustran el proceso del papel y el uso de una herramienta importante de software como lo es FoxDraw.

En la actualidad las interfaces o camisas (Así conocidas en el ámbito operativo), no cumplen con estándares de ergonomía visual, regulaciones de la ISA o estándares internos en cuanto a simbología y colores se refiere, es importante manejar normatividades y estándares utilizados muy comúnmente en empresas como las papeleras, las petroleras, etc., en los cuales se lleva un orden de información visual, y se utilizan colores predeterminados para procesos o actividades asociadas a los mismos.

La herramienta de trabajo principal es FoxDraw, software tipo CAD/CAM para diseño de interfaces HMI en procesos operativos, licenciado industrialmente y cuyo proveedor es FOXBORO la misma marca del sistema de control distribuido (DCS) que va a ser monitoreado y controlado.

Como es bien sabido, hoy en día las grandes industrias buscan implementar sistemas de calidad según ISO 9000/95 y sistemas integrados de gestión según ISO 9001/2000, ISO 14001/97 y OSHAS 18001/99 y es un reto para Propal aumentar sus niveles de producción, por lo cual, es importante contar con un sistema integral DCS-HMI funcional y de calidad.

1. MARCO CONTEXTUAL

1.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA EMPRESA

Empresa colombiana dedica a la producción de papel a partir de la fibra de la caña de azúcar, posee dos plantas de fabricación, Planta No 1 localizada en Yumbo Valle del Cauca, a 10 Km. Al norte de Cali y Planta No 2 localizada en Caloto Valle del Cauca a 25 Km. Al sur de Cali.

Figura 1. Panorámica de la planta No 1



Figura2. Panorámica de la planta No 2



1.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA DE LA EMPRESA

1.2.1 Antecedentes. La evolución de los materiales de escritura se inició con la arena, las piedras, los huesos, los metales, las cortezas, las hojas y la madera. Estos fueron seguidos por los linos y otros tejidos. Los inconvenientes de estos materiales fueron el incentivo para la generación de alternativas que dieron lugar a la introducción del papiro en Egipto en el año 3500 A.C. Aunque el papiro nos dio la palabra Papel, el que de hecho posee muchas de sus propiedades básicas, no es aún papel en el sentido estrictamente técnico. Por la época en que declinaba el uso del papiro, el conocimiento en China del tejido de la seda y la manufactura de tapetes condujo al descubrimiento de la producción de papel hace cerca de 2000 años.

1.2.2 Misión. Ofrecer al mercado mundial, con énfasis en la región Andina, pulpa, papel y productos derivados de clase global, complementados con una oferta de servicio personalizado y oportuno obtenido a través de una cultura de calidad integral.

Buscar siempre el desarrollo del potencial y bienestar de nuestros colaboradores, asumiendo una responsabilidad conjunta con la comunidad interna y externa.

Obtener los resultados financieros que aseguren la consecución de los recursos necesarios para la reconversión tecnológica permanente de la empresa y para maximizar el valor económico agregado a los inversionistas.

1.2.3 Alcance. Propal fue pionero en Colombia del proceso de conversión de tecnología de producción de papel ácido al sistema de encolado alcalino implementado desde 1994. Esta tecnología ha sido la tendencia en la industria de producción de papel de imprenta y escritura. Es así como en Europa cerca del 95% de los papeles son alcalinos.

Propal, consciente de su compromiso con la industria gráfica, ha realizado esfuerzos con el objeto de fabricar para sus clientes el papel del siglo XXI. Recientes innovaciones en el proceso alcalino hacen posible a los fabricantes mejorar sustancialmente las propiedades básicas del papel y garantizar un producto de superior calidad.

1.2.4 Alcance geográfico. La fundación **Propal** realiza sus programas sociales en las zonas de influencia donde se ubican sus dos plantas productoras: Yumbo en el Departamento del Valle del Cauca y Caloto, Puerto Tejada, Santander de Quilichao y Villarrica en el Departamento del Cauca.

1.2.5 Gente. Actualmente la empresa cuenta con los siguientes departamentos:

Auditoria, jurídico, gestión integral, presidencia, mantenimiento e ingeniería, gestión humana, finanzas, informática, comercial, operaciones, tecnología, suministros.

Donde se generan 1500 empleos directos y 10000 indirectos.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Propal S.A. una empresa dedicada a la producción de papel, cuenta con tecnología de punta que la consolida como una de las mejores empresas de la región. Cada estación de la planta dispone de un cuarto de control donde el operador a través de una interfaz controla y monitorea todas las variables involucradas en el proceso. Por lo tanto se hace necesario tener una comunicación operador-proceso ergonómico y flexible.

Actualmente la empresa se prepara para poder enfrentar cara a cara a industrias tan grandes como las norteamericanas lo que implica mejorar la calidad en sus procesos, para ello se hace imprescindible alcanzar estándares de calidad en los despliegues de los sistemas de control distribuido.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 Objetivo general. Alcanzar un nivel de efectividad en las interfaces HMI involucradas con el proceso del papel utilizando metodologías de diseño concurrente y estructurado.

2.2.2 Objetivos específicos

- Desarrollar interfaces ergonómicamente visibles.
- Establecer lineamientos (normas) para el desarrollo de los despliegues en los sistemas de control.
- Evaluar los display's existentes.
- Facilitar la operación de los display's.
- Mostrar clara y eficientemente las variables que controlan el proceso.
- Implementar interfaces flexibles a futuros cambios.
- Plantear las necesidades de los operadores.

2.3 JUSTIFICACIÓN

El principal beneficio que alcanza Propal s.a. es poder acreditarse como una empresa líder en la producción de papel lo que implica cumplir con todos los requerimientos de calidad.

Con el rediseño de los display's (HMI) los operadores obtienen una herramienta más cómoda que les permite aumentar la eficiencia en su trabajo lo que conlleva a mejorar los procesos en la producción.

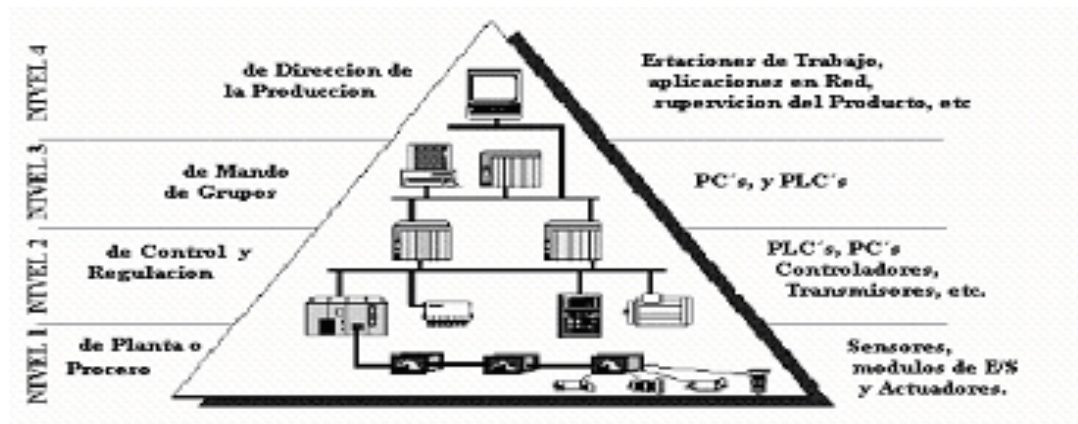
Como estudiantes de Ingeniería Mecatrónica estamos preparados para asumir retos que involucren la aplicación de técnicas y metodologías de diseño. La producción de papel es un proceso muy complejo que utiliza un sistema de control distribuido donde el software y el hardware deben estar en el mismo nivel de efectividad.

3. MARCO TEORICO

3.1 CONTROL DISTRIBUIDO

El control distribuido es el paso siguiente en la evolución de los sistemas de control clásicos. Así, en los sistemas centralizados, ya clásicos, su potencia de tratamiento se concentra en un único elemento (el ordenador central), mientras que en el control distribuido la potencia de tratamiento de la información se encuentra repartida en el espacio. Podríamos decir que los sistemas de control distribuido fueron desarrollados para proporcionar las ventajas del control por ordenador pero con más seguridad y flexibilidad.

Figura 3. Secciones Y Niveles Que Forman Un Control Distribuido



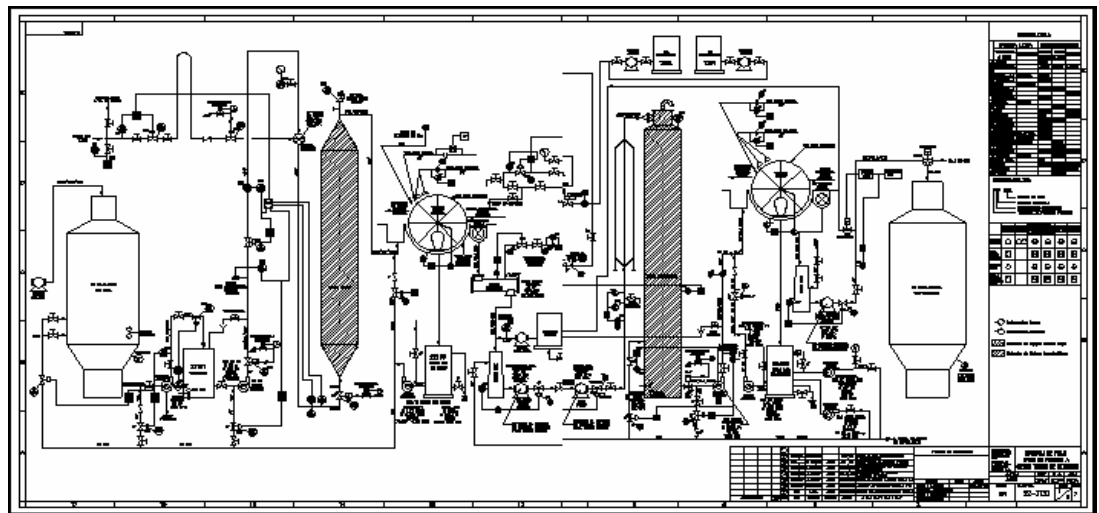
En los niveles superiores, los ordenadores, estaciones de trabajo e incluso los autómatas pueden llevar a cabo funciones adicionales tales como: concentración de datos, análisis y optimización de unidades (plantas o divisiones corporativas con cierto grado de autonomía) del proceso. La adición de algún otro nivel al DCS puede también ayudar a integrar actividades relacionadas con una división o una planta, tal como compras, recepción de material, control de inventario, facturación, control de calidad y servicios al cliente o usuario.

En los niveles inferiores de un control distribuido estarán aquellos elementos que están en contacto con el proceso y, por tanto, ajustados a los parámetros y variables que el proceso suministra y que el DCS debe controlar.

3.2 DIAGRAMA DE INSTRUMENTACIÓN Y PROCESO (P&ID)

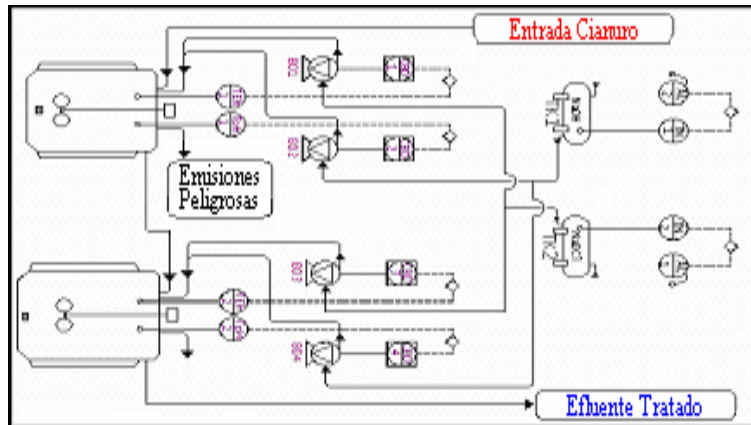
El diagrama de instrumentación, junto al diagrama simplificado de equipos, recibe el nombre de *Diagrama de Instrumentación y Procesos*.

Figura 4. *Diagrama de Instrumentación y Procesos (Propal Pulpa).*



3.2.1 Diagrama de instrumentación. Especifica tanto la conexión hidráulica de un equipo con otro en forma precisa (diámetro y longitud de cañerías o canaletas, pérdidas de carga asociadas a singularidades, etc.) como los aparatos que permiten el manejo concreto del proceso.

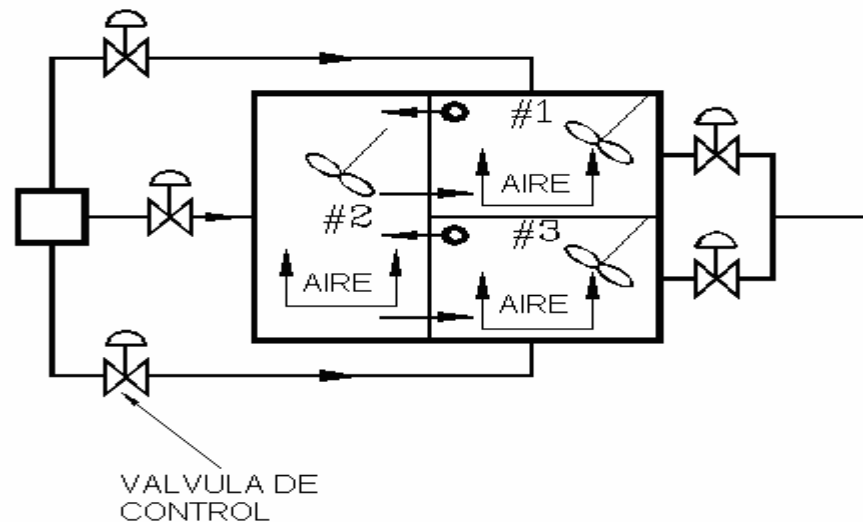
Figura 5. Diagrama de Instrumentación



3.2.2 Diagrama simplificado de equipos. Es el diagrama de ingeniería más simple, donde se muestran (en forma de iconos) los equipos necesarios para una planta de proceso y la interconexión entre ellos. En cada equipo se especifican los grados de conversión, las eficiencias y otros parámetros gruesos que reflejan el requisito de diseño de cada uno.

Las operaciones de todo el proceso se sintetizan en el diagrama de instrumentación y procesos de la planta, que contiene la forma precisa de interconectar las operaciones y la forma precisa de manejar la planta.

Figura 6. Diagrama de bloques de una planta de tratamiento de aguas residuales



3.3 ERGONOMÍA

Su propósito es definir y diseñar herramientas y artefactos para diferentes tipos de ambiente: trabajo, descanso y doméstico. Su objetivo es maximizar la seguridad, la eficiencia y la fiabilidad para simplificar las tareas e incrementar la sensación de confort y satisfacción. Las radiaciones de las pantallas, por ejemplo ha sido un tema de trabajo importante en los últimos años.

La ergonomía o factores humanos se centran en el estudio de las características físicas de la interacción, por ejemplo el entorno físico donde se produce esta, la forma y las peculiaridades físicas de la pantalla.

Describir completamente la ergonomía podría ocupar casi un curso completo, tanto como para hacer una disciplina aparte.

Algunos de los aspectos que se podrían considerar son los siguientes:

- **Organización de los controles y pantallas.** Los aspectos físicos de como están organizados los controles y las pantallas son importantes. En general han de permitir una acción rápida al usuario. El usuario ha de poder acceder fácilmente a todos los controles y ver toda la información que se le presenta sin mover excesivamente el cuerpo.
- **La información más importante ha de estar situada a la altura de los ojos.** Los controles se han de disponer espaciados con tal de que el usuario se acomode perfectamente. En cuanto a la iluminación, hace falta prevenir los reflejos.
- **El entorno físico de la interacción.** La ergonomía también estudia el entorno físico donde se realiza la interacción.
- **Aspectos de salud.** Aunque el uso de los ordenadores no es una actividad arriesgada, es preciso tener en cuenta determinados aspectos de salud que afectan directamente la calidad de la interacción y las prestaciones del usuario, la posición física, la temperatura, la luz, el ruido, el tiempo de permanencia delante del ordenador, etc. Actualmente las grandes compañías ya están teniendo en cuenta los aspectos de prevención de riesgos laborales en el mundo de la informática.
- **El uso de los colores.** Los colores utilizados para visualizar han de ser tan diferentes como sea posible y su distinción no se debe ver afectada por los cambios de contraste.

3.4 HMI (Interfaz Hombre - Maquina)

El objeto de la interfaz hombre maquina es servir de fuente de información primaria de los datos del proceso. Por lo tanto, su finalidad no es pictórica sino operativa.

3.4.1 Principios para el diseño. El modelo de procesamiento de información que prevalece en la psicología ha permitido los siguientes principios de diseño:

El interfaz tendría que compensar las limitaciones humanas, tanto físicas como cognitivas, siempre que sea posible. No obstante, tendría que ser "transparente", no ponerse en el camino de las acciones del usuario o impedir su progreso.

Por otra parte, el interfaz no tendría que sobrecargar al usuario con complejidades innecesarias o distraerlo de su labor.

El interfaz tendría que ser consistente.

El estilo de interacción no mandado como manipulación directa y menús son preferibles al lenguaje de orden. Como mínimo, el usuario experimentado tendría que tener capacidad de moverse rápidamente a través de las capas de los menús.

El interfaz tendría de poder tener acciones reversibles.

El interfaz tendría que estar sujeto a pruebas al principio del diseño del proceso y durante su desarrollo.

4. METODOLOGÍA

➤ **Identificar Problemática**

Esta etapa del proyecto consiste en identificar las causas de la problemática planteada, cuales son las partes implicadas y las futuras consecuencias que este conlleva, para evaluar la viabilidad del proyecto.

➤ **Conocer El Proceso Del Papel**

Visitar las diferentes estaciones con su respectivo operador. Estación Desmedulado, Estación Pulpa, Estación Maquinas, Estación Calderas.

Reconocimiento del sistema de control distribuido implementado en la planta.

➤ **Estudiar Convenciones**

Analizar y comprender la nomenclatura y simbología interna utilizada en Propal.

➤ **Lectura De Diagramas P&ID**

Interpretación de los diagramas asociados al proceso

Definir la simbología a utilizar

Sectorizar por orden de relevancia los diagramas de proceso e instrumentación (P&ID), implementado cambios en las especificaciones finales del diseño.

➤ **Organizar Herramientas**

Conocer las herramientas suministradas (P&ID'S, software, convenciones, estándares, documentación DCS) y herramientas adicionales (metodologías de diseño).

Selección de conceptos y discusión de nuevos enfoques con los operadores.

➤ **Estudiar Estándares De Los Display's**

Convenciones

Color

Tanques

Tuberías

Tipos de letra

Distribución geométrica

Ergonomía visual

➤ **Estudiar Display's Existentes**

En esta etapa se analizan las deficiencias y se optimiza el funcionamiento aumentando la flexibilidad y comprensión.

➤ **Primeras Aproximaciones Al Software**

En esta fase se estudia toda la documentación existente (manuales).

Se realiza un prototipo del display optimizado

➤ **Rediseño De Display's**

Construcción y ejecución de los nuevos display's

Evaluación

5. DESARROLLO DEL PROYECTO

5.1 IDENTIFICACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA

5.1.1 Ubicación. Cabe anotar que el para el desarrollo del proyecto contamos con un espacio de trabajo (oficina) donde se cuenta con dos computadores con el software **FOXDRAW** de *INVENSYS* en el que se desarrollan los display's, también contamos con el servicio de internet ilimitado banda ancha para investigaciones referentes al proyecto.

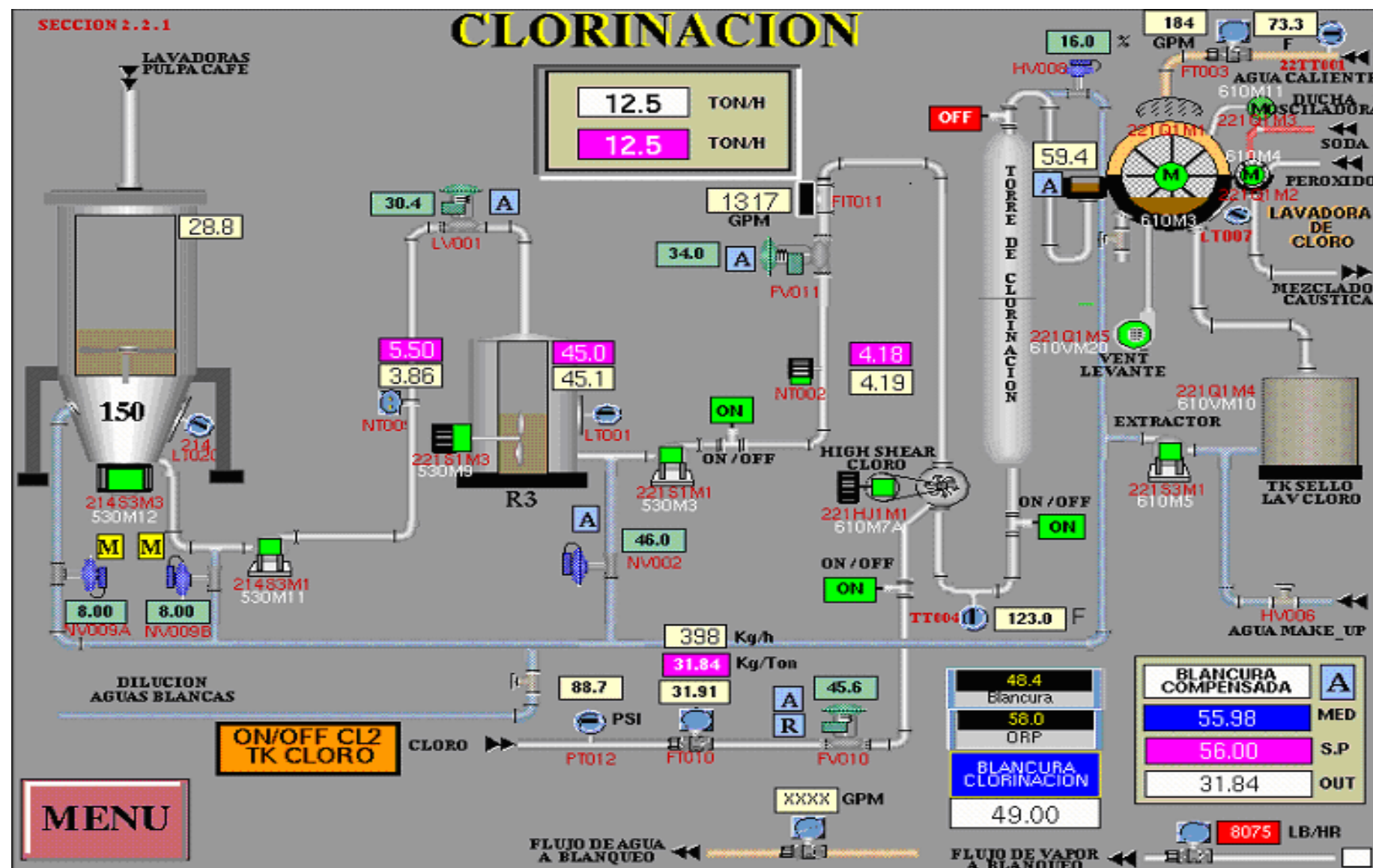
5.1.2 Adaptación. En el proceso de fabricación de papel que se lleva a cabo en Propal es hacen uso de químicos como cloro, soda cáustica, hipoclorito que son perjudiciales por lo tanto es indispensable que para visitas a la planta física se deban utilizar las medidas de seguridad apropiadas para ambientes peligrosos botas, casco, mascara de respiración, gafas de seguridad, tapones para oído

5.1.3 Definición del problema. Propal es una empresa que cuenta con los recursos económicos y tecnológicos para convertirse en una empresa pionera en su oficio (Producción de papel). En la producción de papel se cuenta con cuatro estaciones (pulpa, calderas, maquinas y esmaltados) donde todo el hardware involucrado (Tanques, tubería, motores, bombas, sensores, transmisores, etc.) se encuentra embebido en un sistema de control distribuido que es monitoreado y controlado en cuartos de operación ubicados en la periferia del proceso.

La herramienta principal para realizar monitoreo, muestreo y control de datos del proceso son display's (interfaces HMI), también conocidos como camisas donde se tiene un grafico del proceso con todas las variables del mismo interactuando en tiempo real.

Conociendo de antemano las condiciones que gobiernan el control de procesos en una planta de alto nivel podemos confirmar con un gráfico de ejemplo (**Figura 7.**) que los display's existentes no cumplen con estándares de ergonomía visual (Colores (*Tubería, tanques, contrastes*), Tipos de letra, distribución geométrica) y tampoco con estándares internacionales de regulación de procesos automáticos (**ISA**).

Figura 7. Display del proceso de clorinación (ROPAL- Pulpa)



5.1.4 Identificación de las causas. La anterior imagen nos da evidencia de algunas falencias presentes en los actuales display's con los que cuenta Propal.

- **Carga visual** (Cantidad innecesaria de elementos de carácter redundante en la pantalla).
- **Distribución geométrica** (La imagen no clarifica de manera adecuada el sentido o camino del proceso).
- **Organización del despliegue** (Según estudios de ergonomía cuando una persona “ataca” visualmente una pantalla lo hace barriendo desde la esquina superior izquierda hacia la inferior derecha y se debe tener en cuenta que los elementos importantes como muestreo de datos vitales deben ser ubicado por prioridad en la zona de barrido visual, evidentemente este display no se apeg a esta norma).
- **Background o fondo** (En este tipo de aplicaciones es muy común que para el color de fondo se utilicen colores fríos que no generen mucho brillo y no tengan mucho contraste para el descanso de la vista).
- **Textbox / Databox o Cajas de texto y datos** (Las cajas de texto no tienen un aspecto agradable, no son simétricas y además no hay colores estándares definidos para los tipos de datos).

- **Tipos de letra** (Es evidente que este display no tiene un tipo de letra estándar y en algunos casos presenta efectos de sombra y otros, lo cual es inadecuado por lo general se recomienda el uso de fuente San-Serif, tal como Arial porque se visualiza bien con respecto a la resolución de la pantalla).
- **Tamaño de letra** (El tamaño de letra debería ser tal que las personas con deficiencias visuales no requieran gafas para leer la información se recomienda arial 14 o 16 y es obvio que este display con cumple con estas especificaciones).
- **Objetos** (Se trata de diseñar objetos que ayuden al reconocimiento visual de los equipos que están involucrados en el proceso. ISA (Instrumentation Systems and Automation Society) cuenta con regulaciones a las que debemos apegarnos para estandarizar esta simbología).
- **Colores de tanques y tubería** (Nuevamente ISA regula los colores de tubería y tanques de acuerdo a su contenido y **Propal** también cuenta con lineamientos internos para definir colores de acuerdo a los químicos que se usan en el proceso y al flujo que se desplaza por las tuberías).

5.1.5 Consecuencias. El rediseño de las interfaces HMI (display's) hace que Propal s.a. cuente con sistemas automáticos completos de calidad, lo que conlleva a aumentar la eficiencia de operación en los procesos asociados, también es evidente que los operadores obtienen una herramienta mas útil y mas actualizada.

5.1.5 Partes implicadas

Planta pulpa

- Desmedulado
- Preblanqueo
- Blanqueo
- Calderas
- Prodesal (proveedores de insumos químicos)

5.1.6 Evaluación de viabilidad. Este proyecto se encuentra financiado 100% Por Propal, puesto que cuentan con el software de soporte, la documentación de los estándares y derechos de aplicación.

La necesidad de optimizar los display's es latente, actualmente Propal tiene convenios con la industrial papelera de Brasil y ellos cuentan con las mejores plataformas de Suramérica, además se cuenta con tecnología de punta en el proceso del papel, Propal ha invertido en los últimos 10 años mas de 200 millones de dólares destinados optimizar sus procesos.

5.2 CONOCER EL PROCESO DEL PAPEL

Propal es el único productor en Colombia de papeles para imprenta, escritura y oficina que utiliza la fibra de la caña de azúcar como principal materia prima. El proceso de fabricación se puede describir así:

Ingenio Azucarero. Se inicia en los ingenios azucareros en donde se recolecta el bagazo que resulta de la molienda de la caña de azúcar. Este bagazo es pretratado para remover parte de la médula, o el polvillo, que no es apta para la fabricación del papel. Por su ubicación en el trópico, en Colombia se puede cosechar caña de azúcar durante todo el año, lo que permite el permanente suministro de fibra para Propal.

Figura 8. *Imagen plantación de caña de azúcar*



Una vez la fibra de bagazo es transportada a Propal, se inicia el proceso de desmedulado y lavado en la planta de fibra, garantizando así, la obtención de una fibra de bagazo limpia y lista para la conversión a pulpa.

5.2.1 Desmedulado. Estación primaria del proceso del papel, es aquí donde el bagazo de caña de azúcar es recibido de los ingenios MAYAGUEZ, PROVIDENCIA, INCAUCA y CARMELITA, donde anteriormente la caña ha sido tratada con diferentes procesos en cada ingenio.

Es prioridad eliminar las impurezas, sedimentos, residuos sólidos y químicos con los que llega el bagazo pretratado a la planta, en esta etapa el bagazo es transportado por medio de una banda hasta un dephitador seco donde el bagazo es impulsado por la fuerza centrífuga a través de una bandeja con orificios intercambiable, con la finalidad de igualar la consistencia del bagazo proveniente de los ingenios.

Luego el bagazo ya dephitado en seco pasa a una lavadora en donde se eliminan residuos sólidos y sedimentos, los mismos caen en un silo almacenamiento al cual han denominado piscina donde la arena, arcilla, etc.... es vendida

Después de haber lavado el bagazo este pasa por otro proceso de dephitado pero esta vez húmedo por encontrarse mojado, para luego ser almacenado en un tanque denominado ANDRITZ.

El bagazo almacenado en este tanque es bombeado hacia una etapa de Zarandas las cuales atraviesa a gran presión quedando atrapadas en rejillas internas el bagazo todavía grueso, a este se le denomina rechazo y es bombeado de nuevo al tanque Andritz para recirculación, el bagazo mas fino o aceptado es guiado mediante tubería a una prensa mecánica llamada prensa ANDRITZ donde se elimina el exceso de agua para ser enviado a la planta de pulpa mediante transportadores.

5.2.2 Planta de pulpa. Cuando la fibra pretratada entra en la planta de pulpa, es sometida a un proceso de cocción con soda cáustica y vapor a alta presión y temperatura, conocido como "proceso a la soda", el más limpio de todos los procesos de pulpeo. Su finalidad es eliminar parte de la lignina contenida en la fibra de caña de azúcar. Esta operación se efectúa en digestores continuos.

De los digestores, la pulpa pasa a un tanque donde se efectúa la despresurización. La pulpa, en esta etapa, presenta un color café. Seguidamente es enviada al cuarto de filtros lavadores en contracorriente donde se separa la pulpa del licor residual del cocimiento, más conocido como "licor negro". Posteriormente pasa al sistema de limpieza compuesto por zarandas y depuradores ciclónicos, donde se realiza una separación gruesa y fina de los materiales indeseables, como arena y otras impurezas.

Figura 9. Imagen planta de pulpa. Propal Planta 1



La pulpa café obtenida puede continuar al proceso de blanqueo o ser usada en las máquinas papeleras con destino a la fabricación de papeles sin blanquear o naturales.

5.2.2.1 Preblanqueo. El flujo de bagazo pasa por un steam mixer, el cual cuenta con un agitador y una entrada de vapor, aquí todo es mezclado con la finalidad de debilitar la estructura molecular de las fibras de bagazo y de esta forma los insumos químicos con los que este es atacado destruyan los enlaces de lignina, sustancia que le da al bagazo su color característico (marrón-crema), luego al salir del steam mixer el flujo pasa a un stand pipe ó tanque de retención donde se almacena para luego ser dispensado a un tanque de oxígeno para desprecionar el bagazo consecuencia de su previo proceso con vapor, de inmediato este pasa a un desaireador, que también cuenta con un agitador para diluir el oxígeno y por ultimo este flujo es enviado a una lavadora donde es lavado con agua caliente y agua con soda cáustica proveniente del proceso de blanqueo, luego el flujo procesado es enviado a una zaranda plana.

Es importante tener en cuenta que en este proceso hay mínimas perdidas en consecuencia el agua rechazada en los procesos es filtrada para recirculación

5.2.2.2 Proceso de blanqueo. Su función principal es retirar toda la lignina residual que le confiere el color café a la pulpa, lo cual se logra paulatinamente a lo largo del proceso de blanqueo gracias a la reacción química que ocurre en cada una de las torres de retención y a un posterior lavado por filtración para eliminar los productos de cada reacción.

Mediante estos procesos químicos de digestión y blanqueo se obtiene la pulpa para producir papeles "Woodfree", término con el que en la industria papelera se conocen aquellos productos que no contienen lignina, a diferencia de los que provienen de un proceso de pulpeo mecánico, tales como los papeles tipo periódico y LWC (esmaltados de bajo gramaje para revistas).

La pulpa blanqueada es utilizada para la producción de papel y cartulinas finas. La pulpa también puede ser prensada para extraerle la humedad, convirtiéndola en hojas para su fácil almacenamiento y transporte, posterior utilización en la fábrica o para venta externa.

5.2.3 Maquina de papel. A la pulpa de bagazo, blanqueada o sin blanquear, se le agregan diferentes químicos como carbonato de calcio, encolantes y aditivos diversos, de acuerdo con la formulación específica de cada grado de papel a ser producido, dependiendo de su uso final.

La mezcla se pasa a través de unos depuradores ciclónicos, retirando impurezas como arena y astillas del bagazo entre otros, para mejorar la calidad de la pulpa que posteriormente va a entrar a la máquina de papel.

Figura 10. Imagen paper machine. Propal Planta 1



Esta mezcla de fibras, aditivos químicos, colorantes y gran cantidad de agua es depositada sobre una malla girando a alta velocidad. Mediante una combinación de efectos de gravedad y vacío, se retira el agua quedando al final de la malla una

estructura húmeda de fibras entrelazadas que es en sí la hoja de papel. Posteriormente se pasa la hoja por un sistema de prensas y secadores de vapor para eliminar el exceso de humedad que contiene la hoja de papel.

La hoja de papel es pasada por un sistema de rodillos, llamado calandria, que prensa la hoja para dar mejores propiedades de apariencia como lisura, calibre y porosidad. Esta hoja continua de papel es enrollada en bobinas de gran tamaño, llamadas "jumbos" o "reeles", donde se corta a rollos en anchos mas pequeños de acuerdo a lo solicitado por los clientes.

En la sección de terminados se llevan a cabo actividades tales como: conversión de rollos en hojas, rollos en rollos de otras dimensiones, rollos para ser supercalandreados (reducción de calibre e incremento de la lisura del papel) o rollos para ser embosados (textura predeterminada).

La fabricación de papel es un proceso continuo y tiene sistemas computarizados de medida y control de las principales variables y características de calidad de papel.

5.2.4 Planta de esmaltados. El proceso de esmaltado tiene como fin aplicar al papel base por una o ambas caras, un recubrimiento de pigmentos, almidones, y adhesivos sintéticos. Este proceso se realiza aplicando la película de esmalte sobre la superficie del papel base de características predeterminadas y de acuerdo con la calidad que se requiera.

El papel esmaltado pasa por un sistema de secado con aire caliente y lámparas infrarrojas para ajustar la humedad final. Se embobina y se pasa por una supercalandria que mediante la acción de una serie de rodillos de pasta, intercalados con rodillos de acero, producen el brillo de la cara, o caras,

esmaltadas de la hoja de papel. Finalmente el papel esmaltado se corta y se despacha de acuerdo con los requerimientos del cliente.

5.2.5 Recuperación de la soda cáustica (Calderas). El licor negro generado en la planta de pulpa, como desecho del proceso de lavado de pulpa, va a una serie de evaporadores para retirar el agua y concentrarlo. Posteriormente se quema la parte orgánica en la caldera de Recuperación quedando como residuo una ceniza rica en sodio.

Este residuo de la caldera es mezclado con cal, produciendo una reacción química que permite convertir el carbonato de sodio, en soda cáustica y carbonato de calcio. La soda cáustica retorna al proceso de cocción de la fibra en la planta de pulpa. El carbonato de calcio se separa y se envía a un horno donde se quema en conjunto con piedra caliza, produciendo cal viva que posteriormente se utiliza en la reacción de caustificación.

Figura 11. Imagen caldera de recuperación. Propal Planta 1



La caldera es llamada de recuperación, porque al quemar el licor negro, produce, además del vapor a utilizar en el proceso, un residuo mineral que por intermedio de un proceso llamado caustificación, producirá nuevamente un licor que se usará en el cocimiento de la fibra. Este proceso de recuperación tiene como objetivo

principal eliminar el licor negro como desecho líquido, y recuperar la soda cáustica usada en el digestor.

5.3 CONVENCIONES

Teniendo en cuenta que es de vital importancia la lectura e interpretación de planos optamos por aprender y entender las convenciones y simbología que los gobiernan. Propal cuenta con estándares de convenciones para ello.

- Creusot Loire Entreprises documento No 1603 de 1982 (especificación técnica Propal)

5.3.1 Documentación En esta etapa analizamos los documentos de convenciones utilizadas en propal, contamos con el apoyo del departamento de archivo técnico quienes nos facilitaron dichas convenciones establecidas desde el año 1983 cuando la planta pertenecía a otro aglomerado y optaron por estándares franceses.

La aplicación de este procedimiento cubre la planta y los equipos instalados en:

- PROPAL S.A.
- PAPEL FIBRAS

Excluyendo las áreas administrativas como salones y oficinas.

5.4 LECTURA DE P&ID

5.4.1 Interpretación. Los procesos asociados a la fabricación de papel se encuentran documentados en diagramas diseñados por el departamento de dibujo en ingeniería de **Propal**, en ellos se puede observar la distribución geométrica de las estaciones de la planta, tanques, motores, válvulas y demás elementos que hacen parte de los subprocesos, los dibujantes trabajan sin escalas tratando de incluir de la forma mas eficiente los elementos ubicados en la planta.

La importancia que estos planos demandan es alta puesto que son estos P&ID la estructura central de un display.













5.4.2 Simbología estándar. En instrumentación y control, se emplea un sistema especial de símbolos con el objeto de transmitir de una forma más fácil y específica la información. Esto es indispensable en el diseño, selección, operación y mantenimiento de los sistemas de control.

Un sistema de símbolos ha sido estandarizado por la ISA (Sociedad de Instrumentistas de América). La siguiente información es de la norma: ANSI/ISA-S5.1-1984(R 1992).

5.4.2.1 Símbolos y números de instrumentación
















5.4.2.1.1 Símbolos. Optamos por tamizar la simbología para utilizar los símbolos más comunes puesto que hay gran cantidad de simbología que se vuelve redundante para nuestra práctica y la finalidad en este punto era reducir la dificultad en la interpretación por ello a continuación presentamos dichos símbolos.

Tabla 1. Descripción de cómo los círculos indican la posición de los instrumentos.

	Montado en Tablero Normalmente accesible al operador	Montado en Campo	Ubicación Auxiliar. Normalmente accesible al operador.
Instrumento Discreto o Aislado			
Display compartido, Control compartido.			
Función de Computadora			
Control Lógico Programable			

5.4.2.1.2 Símbolos de líneas. Esta es la simbología de líneas seleccionada que indica la forma en que se interconectan los diferentes instrumentos aquí podemos observar líneas para tipos de señales que están relacionadas con el proceso como son neumáticas, eléctricas, ópticas, señales digitales, ondas de radio etc.

Tabla 2. Tipos de líneas de conexión a proceso.

		Conexión a proceso, enlace mecánico, o alimentación de instrumentos.
		Señal indefinida
 	ó	
E.U.	Internacional	Señal Eléctrica
		Señal Hidráulica
		Señal Neumática
		Señal electromagnética o sónica (guiada)
		Señal electromagnética o sónica (no guiada)
		Señal neumática binaria
 	ó	Señal eléctrica binaria
		Tubo capilar
		Enlace de sistema interno (software o enlace de información)
		Enlace mecánico

Abreviaturas para representar el tipo de alimentación:

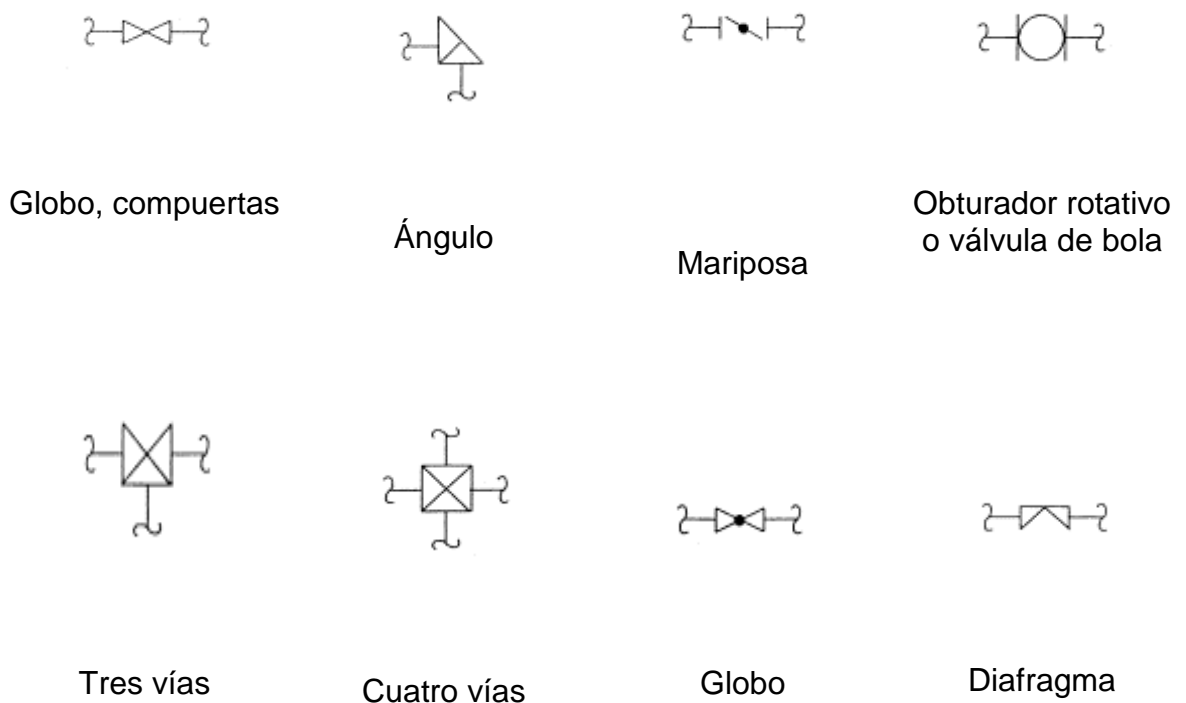
AS	Alimentación de aire.	NS	Alimentación nitrógeno.
ES	Alimentación eléctrica.	SS	Alimentación de vapor.
GS	Alimentación de gas.	WS	Alimentación de agua.
HS	Alimentación hidráulica.		

5.4.2.1.3 Símbolos de válvulas y actuadores

- **Válvulas**

Símbolos para válvulas de control

Figura 12. Simbología para válvulas



- **Actuadores**

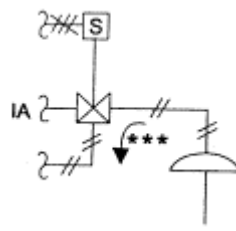
Figura 13. Simbología para actuadotes

Símbolos para actuadores.

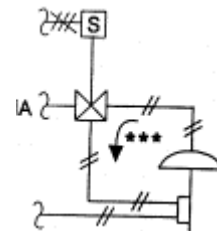
Diafragma con muelle, posicionador y válvula piloto y válvula que presuriza el diafragma al Actuar.



Diafragma con muelle

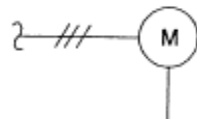


Preferido

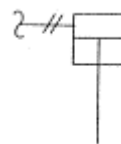


Opcional

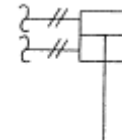
Cilindro sin posicionador u otro piloto



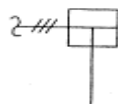
Motor rotativo



Simple acción



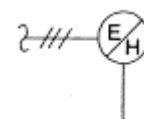
Doble acción



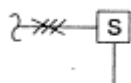
Preferido para cualquier cilindro



Actuador manual



Electrohidráulico



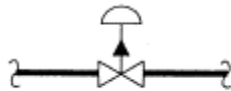
Solenoide



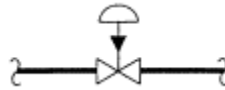
Para Válvula de alivio o de seguridad

- **Acción del actuador en caso de fallo de aire**

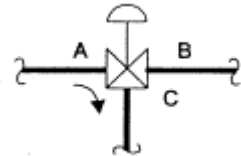
Figura 14. Simbología para actuadores en caso de fallo



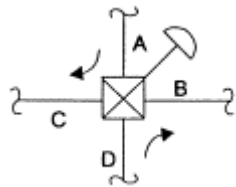
Abre en fallo



Cierra en fallo



Abre en fallo a vía A-C



Abre en fallo a vías A-C y D-B



Se bloquea en fallo



Posición indeterminada en fallo

5.4.2.1.4 Número de identificación de los instrumentos o números tag. Cada instrumento o función se designa con un código alfanumérico o etiquetas con números. Nuevas normativas de Propal dicen que todo elemento que se encuentre incluido en un plano debe tener su TAG de identificación, pero en la realidad esto es una verdad a medias, como en nuestra aplicación dependemos de los planos tratamos identificamos los elementos NN (sin identificación) y con la ayuda de instrumentistas y archivo técnico se les designaron TAGS para que los nuevos planos y los display's a fabricar fueran consecuentes.

La tabla a continuación es vital para la lectura de TAG, esta es la más simple que se puede encontrar en la documentación.

Tabla 3. *Números TAG*

NUMERO DE IDENTIFICACION TIPICO (NUMERO TAG)		
TIC 103	Ø	Identificación del instrumento o número de etiqueta
T 103	Ø	Identificación de lazo
103	Ø	Número de lazo
TIC	Ø	Identificación de funciones
T	Ø	Primera letra
IC	Ø	Letras Sucesivas
NUMERO DE IDENTIFICACION EXPANDIDO		
10-PAH-5A	Ø	Número de etiqueta
10	Ø	Prefijo opcional
A	Ø	Sufijo opcional

Tabla 4. Letras para clasificar los diferentes tipos de instrumentos

1° Letra		2° Letra		
Variable medida(3)	Letra de Modificación	Función de lectura pasiva	Función de Salida	Letra de Modificación
A. Análisis (4)		Alarma		
B. Llama (quemador)		Libre (1)	Libre (1)	Libre (1)
C. Conductividad			Control	
D. Densidad o Peso específico	Diferencial (3)			
E. Tensión (Fem.)		Elem. primario		
F. Caudal	Relación (3)			
G. Calibre		Vidrio (8)		
H. Manual				Alto (6,13,14)
I. Corriente Eléctrica		Indicación o indicador (9)		
J. Potencia	Exploración (6)			
K. Tiempo			Est. de Control	
L. Nivel		Luz Piloto (10)		Bajo (6,13,14)
M. Humedad				Medio o interm.(6)(13)
N. Libre(1)		Libre	Libre	Libre
O. Libre(1)		Orificio		
P. Presión o vacío		Punto de prueba		
Q. Cantidad	Integración (3)			
R. Radiactividad		Registro		
S. Velocidad o frecuencia	Seguridad (7)		Interruptor	
T. Temperatura			Transmisión o transmisor	
U. Multivariable (5)		Multifunción(11)	Multifunción(11)	Multifunción(11)
V. Viscosidad			Válvula	
W. Peso o Fuerza		Vaina		
X. Sin clasificar (2)		Sin clasificar	Sin clasificar	Sin clasificar
Y. Libre(1)			Relé o comp. (12)	Sin clasificar
Z. Posición			Elem. final de control sin clasificar	

5.5 ORGANIZAR HERRAMIENTAS

En esta instancia del desarrollo del proyecto, el proceso de producción de papel no es indiferente para nuestros planes, por ello presentamos en anexos (al final del trabajo) los diagramas de instrumentación y proceso en orden secuencial. Se generalizaron conceptos para los futuros display's mediante foros con los operadores de cada proceso, esto es de vital importancia puesto que los display's y p&id actuales presentan gran cantidad de elementos redundantes e innecesarios, pero era importante definir cuales señales, muestreo y datos de control deberían seguir presentes.

En los procesos de pulpa y calderas Propal tiene un convenio con FOXBORO quienes son proveedores del hardware y software para la automatización de los mismos. El software para diseño de hmi con el que se cuenta para esta aplicación es FOXdraw, software de tipo CAD/CAM.















5.6 ESTUDIAR ESTÁNDARES DE LOS DISPLAY'S

5.6.1 Código de colores para PROPAL S.A. Los colores que se implementarán en Propal varían dependiendo de su función y ubicación. A continuación se especifican los colores según los equipos a los que se les aplica y su función.

5.6.2 Señalización y colores reglamentarios

5.6.2.1 Colores de contraste (nch 1410). Cuando se desee aplicar color de contraste, se utilizará según se muestra a continuación:

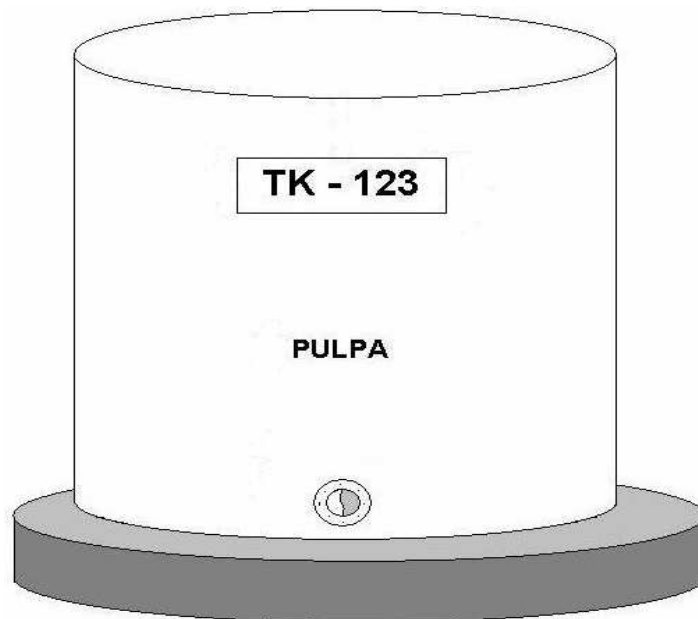
Tabla 5. *Colores de contraste.*

COLOR BASE		COLOR CONTRASTE	
ROJO		BLANCO	
NARANJA		NEGRO	
AMARILLO		NEGRO	
VERDE		BLANCO	
AZUL		BLANCO	
BLANCO		NEGRO	
NEGRO		BLANCO	

5.6.2.2 Tanques. Para estos equipos en especial se requiere identificar por medio de colores su contenido para alertar al personal sobre las precauciones que debe tener al momento de verter o sacar productos del tanque. La identificación se hace a través del color total del tanque y una franja de otro color que especifica la clase de material que esta dentro del tanque. El código de colores para los materiales almacenados en la compañía se indica en la tabla No.6

Adicionalmente Los tanques deben ir marcados con su respectiva identificación TAG y tipo de producto que almacena, los caracteres deben ser negros (RAL 9005) con tipografía ARIAL.

Figura 15. *Esquema general de tanque*



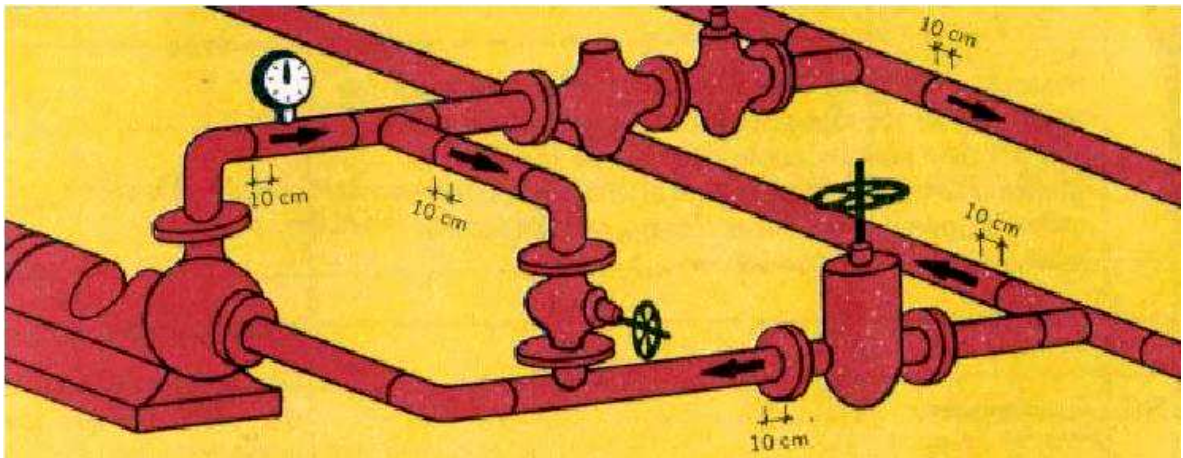
5.6.2.3 Sistema de tuberías. La clasificación de colores para la tubería se realizó teniendo en cuenta el tipo de fluido conducido y el estado del mismo indicado en la a continuación que corresponde a la tabla números RAL para el color de tanque, tuberías y las franjas.

Tabla 6. *Números RAL para el color de los tanques, tuberías y sus franjas*

CONTENIDO	COLOR BASICO	RAL	COLOR DE FRANJA	RAL	PRODUCTO
Agua	Verde oscuro (verde esmeralda)	6002	Azul Oscuro	5010	Agua potable
			N/A		Agua no potable
			N/A		Agua Industrial
			Amarillo	1003	Agua desmineralizada
			Blanco	9016	Agua condensada
			Negro	9005	Agua residual
Vapor	Gris Plata (Aluminio)	9022	Rojo	3020	Vapor a presión
Aire	Azul Moderado	5012	Blanco	9016	Aire comprimido
Químicos líquidos y gaseosos	Violeta	4009	Rojo	3020	Ácido sulfúrico
	Negro	9005	Amarillo	1003	Licor Negro
			Verde	6002	Licor Verde
	Violeta	4009	Negro	9005	Licor Blanco
	Amarillo Ocre	1006	Negro	9005	Cloro Líquido
					Cloro gaseoso
			Marrón	8001	Pulpa
			Blanco	9016	Hipoclorito
	Violeta	4009	N/A		Soda Cáustica
	Blanco	9016	Violeta	4009	Propano
	Gris	7035	Verde	6002	Nitrógeno
	Blanco	9016	Azul Moderado	5012	Oxígeno
	Gris	7035	Rojo + Amarillo	3020 + 1003	Hidrógeno
Aceites combustibles y lubricantes	Verde	6021	Azul oscuro	5010	Aceites lubricantes

5.6.3 Dirección de circulación del fluido (Flechas). La dirección de circulación del fluido se indicará mediante flechas, se pintarán sobre el color de identificación al lado de las bocas de las válvulas y conexiones.

Figura 16. *Ubicación flechas de dirección de flujo*



5.6.4 Tipos de letra

5.6.4.1 Selección de la fuente. Se seleccionó una fuente común, que existiera en todos los computadores, tal como Arial. Además se recomienda el uso de fuentes San-Serif, tal como Arial, en lugar de Serif (Times News Roman) debido a los problemas de visualización asociados con la resolución de la pantalla.

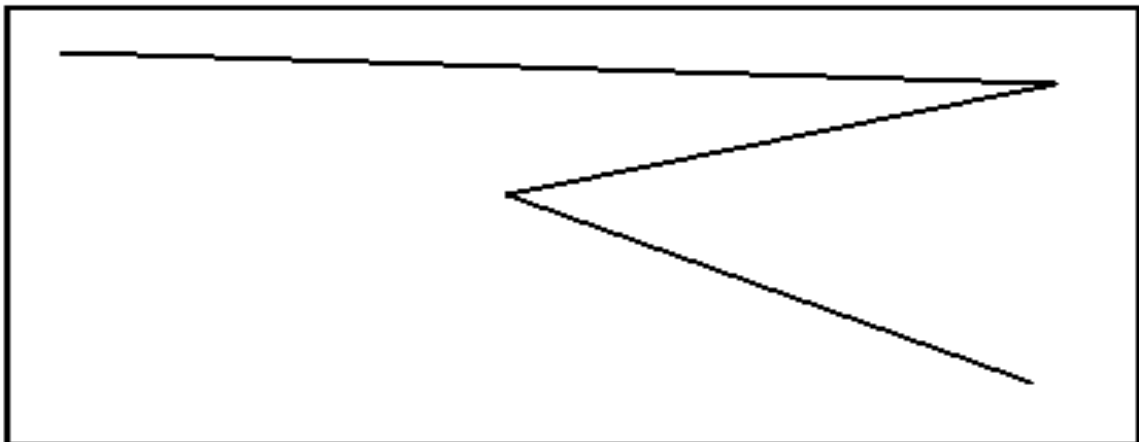
El tamaño de la letra debe ser tal que personas con deficiencias visuales no requieran de gafas para leer la información. Por esta razón se seleccionó Arial 14 para textos y Arial 16 para títulos y cabeceras.

5.6.5 Distribución geométrica. De acuerdo con el tipo de proceso, se evaluó la forma en que los operadores usaran la información.

Mediante en estudios de ergonomía se determinó que cuando una persona “ataca” visualmente una pantalla lo hace barriendo desde la esquina superior izquierda hacia la inferior derecha.

En una pantalla, a diferencia de un libro no hay líneas de guiado por lo tanto la disposición de los gráficos debe sugerir estructuras coherentes para guiar la lectura de la información.

Figura 17. *Ejemplo del barrido visual típico de un despliegue en pantalla*



De esta manera se definieron los siguientes ítems como normativa para los display's:

- los elementos importantes deben ubicarse en la línea de barrido
- Las alarmas deben ir en la parte superior del despliegue
- Información clave en el extremo derecho

- botones y controles en el extremo inferior derecho
- Gráficos de soporte y logo de la compañía en la esquina inferior izquierda

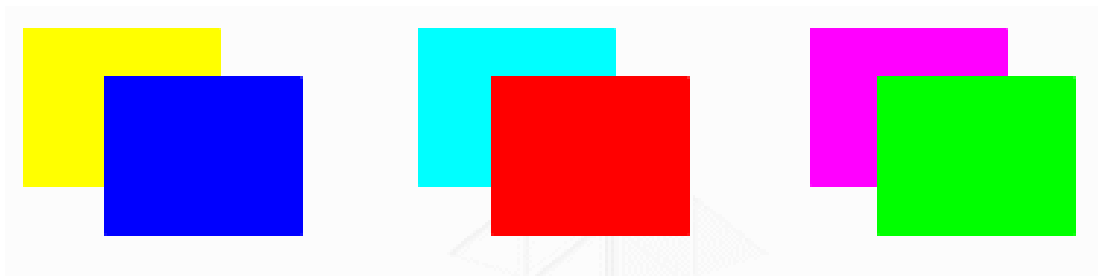
5.6.6 Ergonomía visual

5.6.6.1 Aspectos de color. En los display's el uso de los colores debe ser tal que permita una identificación clara del proceso sin crear confusiones, por esta razón en la selección de los colores se tienen en cuenta limitaciones visuales como el cansancio del operador o problemas fisiológicos visuales.

El contraste complementario es creado posicionando un color secundario con uno primario. Ejemplo:

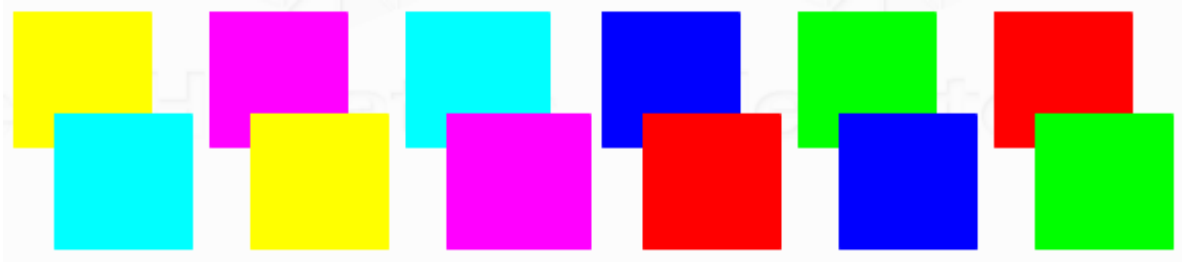
Aunque es importante crear impacto, esta combinación de colores puede dificultar el enfoque.

Figura 18. *Forma incorrecta de generar contraste*



En cambio, el contraste de tonalidad entre colores adyacentes puede ser más sutil, con pares de colores secundarios (cyan, amarillo, magenta) produciendo mayor contraste que pares de colores primarios (rojo, amarillo, magenta):

Figura 19. *Contraste de colores adyacentes*



En la selección de colores para estados y alarmas se utilizó la convención que corresponde al estándar BS 5378 (ver anexo 3):

Rojo: parado, prohibido, peligro

Amarillo: precaución, atención, riesgo de peligro

Verde: condición segura, en marcha

Azul: acción obligatoria

Estos colores en su tonalidad básica se consideran reservados y debe limitarse su uso para otros propósitos.

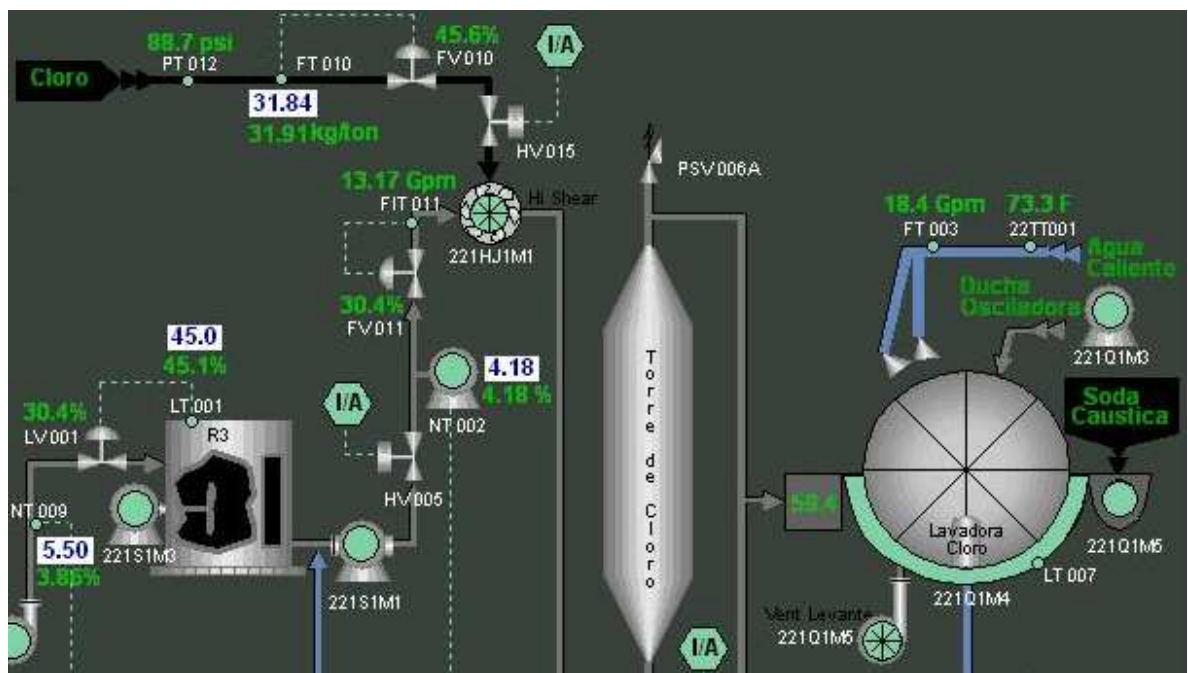
5.6.6.2 Colores de fondo. El blanco y negro crean un buen contraste pero producen demasiado brillo y no proporcionan un buen fondo para todo el rango de colores.

Los mejores tonos son grises, marrón y azules cuando se usan rojo, amarillo, verde, magenta o blanco para datos dinámicos.

5.7 ESTUDIAR DISPLAY'S EXISTENTES

Mediante los estándares que rigen las interfaces HMI y en el proceso de sectorización de los P&ID se logró identificar la información de tipo redundante en los display's y se optó por generar display's overlay, que son display's emergentes con menores dimensiones llamados a través de click's, estos se despliegan sobre las pantallas base mostrando la información.

Figura 20. Imagen sección display clorinación

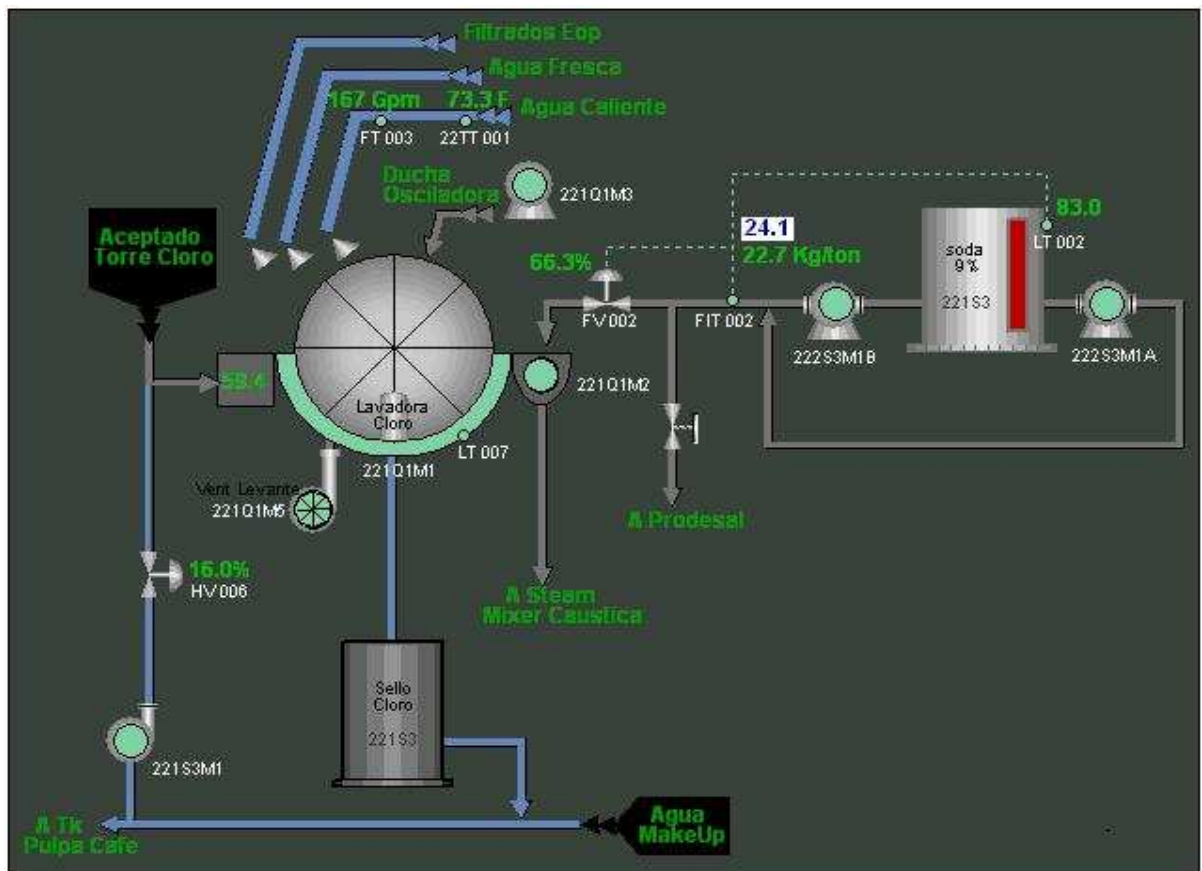


En la imagen Figura 20. Se puede observar una sección del proceso de clorinación tanto en este proceso como en el de extracción con soda cáustica, hipoclorito y preblanqueo, el flujo de bagazo o pulpa respectivamente llega hasta una lavadora, en los display's base esta se presenta de una forma fresca, simple y legible, pero en la realidad estas cuentan con entradas de insumos químicos y

duchas de agua caliente, agua fresca que cargan visualmente los display en la zona donde estas se encuentran.

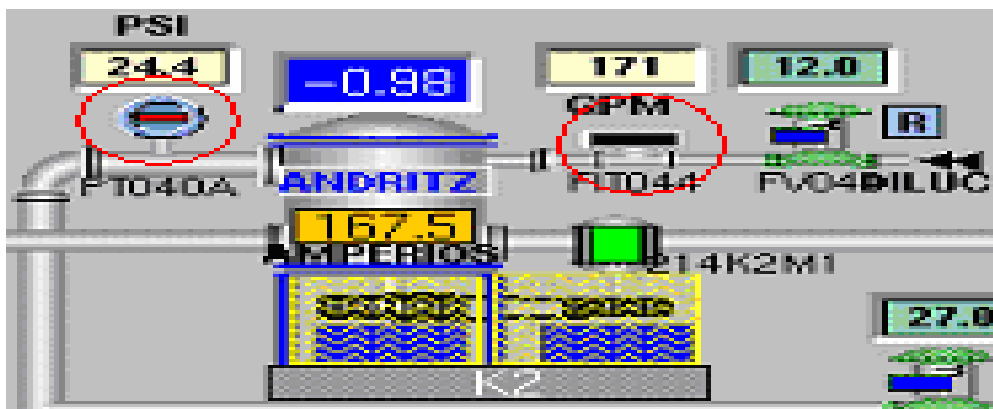
Se opto por diseñar overlay's genéricos para lavadoras llamados mediante clicks ó piques sobre la figura de lavadora del display base.

Figura 21. Imagen overlay lavadora de cloro



En la imagen Figura 22. Se encerraron en círculos (rojos) algunas de las clases de transmisores que se utilizan en los display's, se puede evidenciar que una gran cantidad de estos, en diferentes colores, en una zona tan reducida contaminan el display, además no es necesario que el operador diferencie los transmisores por su forma, debe ser por su número de identificación TAG

Figura 22. Imagen sección display zarandas. Propal planta 1



Como solución a esta contaminación innecesaria se propuso generalizar todos los transmisores con un punto, lo que redujo tan eficientemente la carga visual, que se decidió mostrar el lazo de control con líneas punteadas muy frescas.

Figura 23. Imagen sección nuevo display zarandas. Propal planta 1



En la imagen Figura 24. Se puede ver que el lazo de control de la válvula LV 001, conecta con su respectivo transmisor LT 001, también se decidió eliminar las cajas de datos que se ven en la imagen Figura 7, para mayor ergonomía visual los datos de muestro se ven en un color verde latente sobre su correspondiente TAG y los datos de control se ven en un cuadro sin efectos 3D, donde se puede dar click para cambiar los datos.

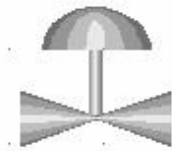
Figura 24. Imagen sección nuevo display clorinaciòn. Propal planta 1



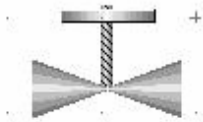
5.8 APROXIMACIONES AL SOFTWARE

En esta fase final del proyecto se analizó la documentación referente al software FoxDraw para generar las nuevas librerías de tanques, tuberías, bombas, motores etc...

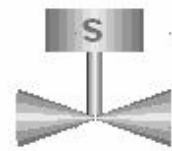
5.8.1 Librería de válvulas diseñada



Válvula genérica



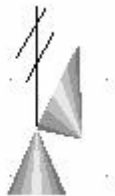
Válvula manual



Electro Válvula



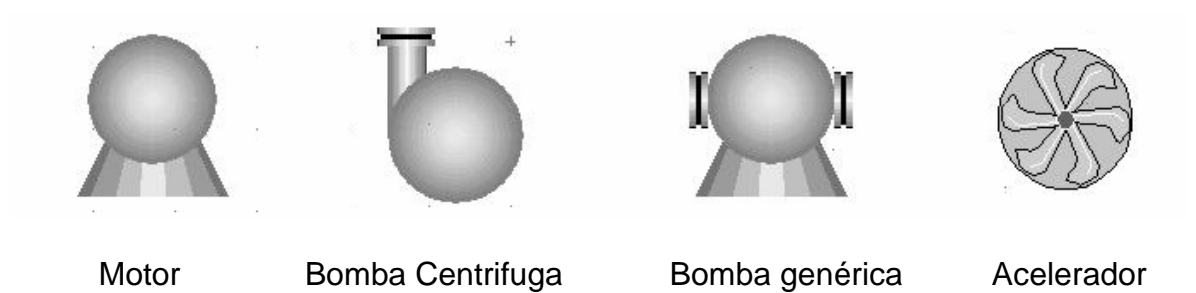
Válvula ON/OFF



Válvula rompe vacío

Se puede observar en las anteriores imagines que las válvulas se diseñaron en 3D creando un aspecto fresco, con un color genérico que no molesta a la vista y tiene un excelente contraste en las pantallas del I/A FOXBORO

5.8.2 Librería de motores y bombas diseñada



El diseño de los motores y bombas es muy básico, partiendo de una esfera, logrando con esto eliminar elementos redundantes y obteniendo una simplicidad a la hora de ver el estado de los mismos.

Figura 25. Estado básico de bombas



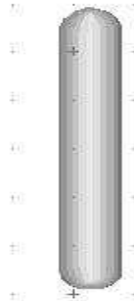
En la imagen anterior se puede ver el diseño de bomba seleccionado con sus dos estados básicos bomba en estado stop (imagen del lado izquierdo) o parado y bomba en estado run o en funcionamiento (imagen del lado derecho).

5.8.3 Librería de tanques diseñada

➤ Tanques específicos



Tanque de cloro



Tanque de Oxígeno



Tanque de almacenamiento
de hipoclorito y soda

➤ Tanques con agitadores



Steam mixer
(Mezclador de vapor)

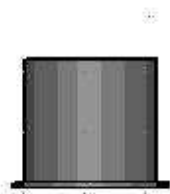


Tanques almacenamiento de pulpa



Tanque para bajar
consistencia

➤ Tanques de almacenamiento



Sellos o tanques
para filtrados



Tanques para insumos
Químicos



Stand Pipe
(Tanque de retención)

5.8.4 Librería de tuberías diseñada. Mediante los estándares de tuberías y ergonomía visual se determinó que la tubería del flujo pulpa ó bagazo debe ser color gris cálido sin efectos 3d, simples líneas anchas con cabezas de flechas que indiquen el camino y bajo el mismo concepto se selecciono que la tubería de agua debe ser azul fresco

En la siguiente imagen se puede observar también las barras que indican el nivel de los tanques para ver equivalencia ver tabla 6.

También esta anexo en esta librería los puntos verdes que indican la posición de los transmisores en campo y las líneas punteada para los lazos de control

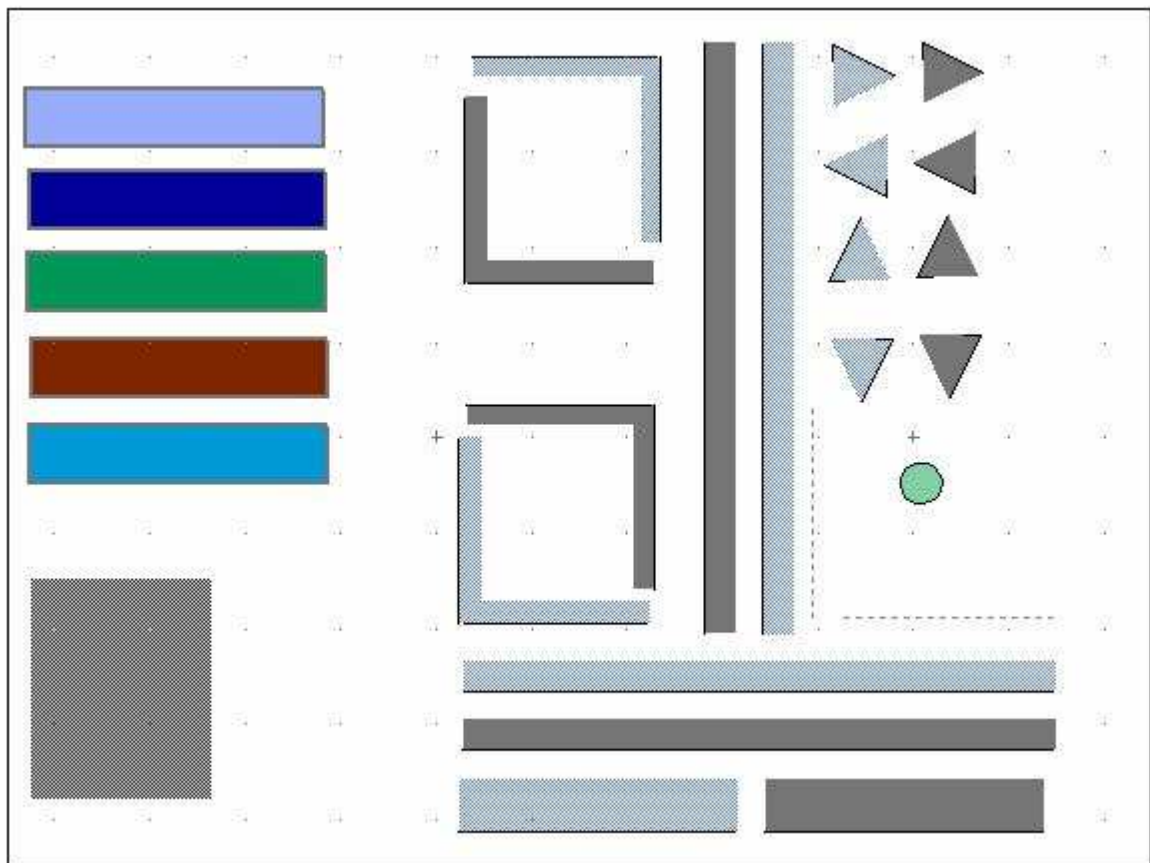


Figura 27. Nuevo display hipoclorito. Sección Pulpa. **Propal** planta 1

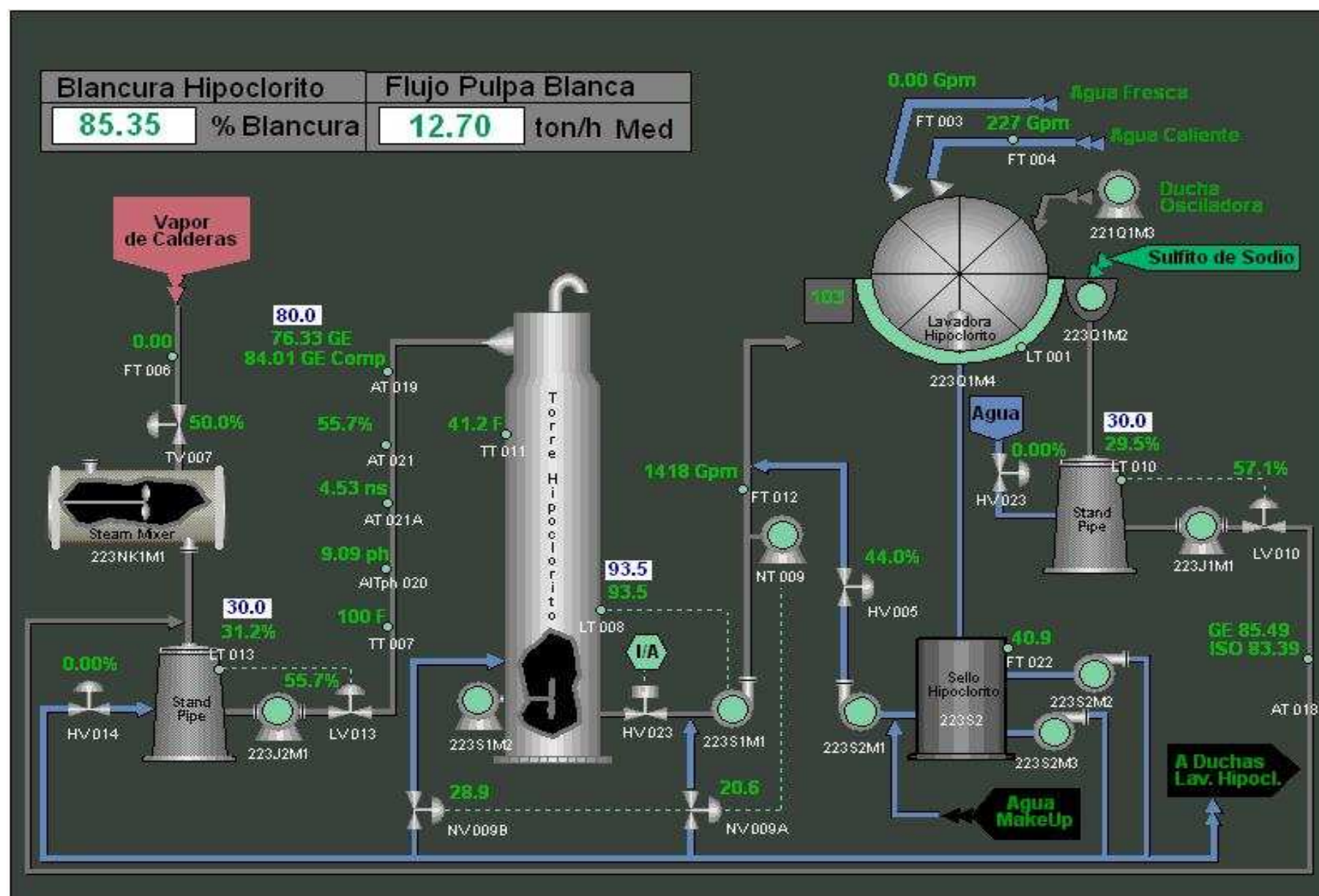


Figura 28. Nuevo display extracción soda cáustica. Sección Pulpa. **Propal** planta 1

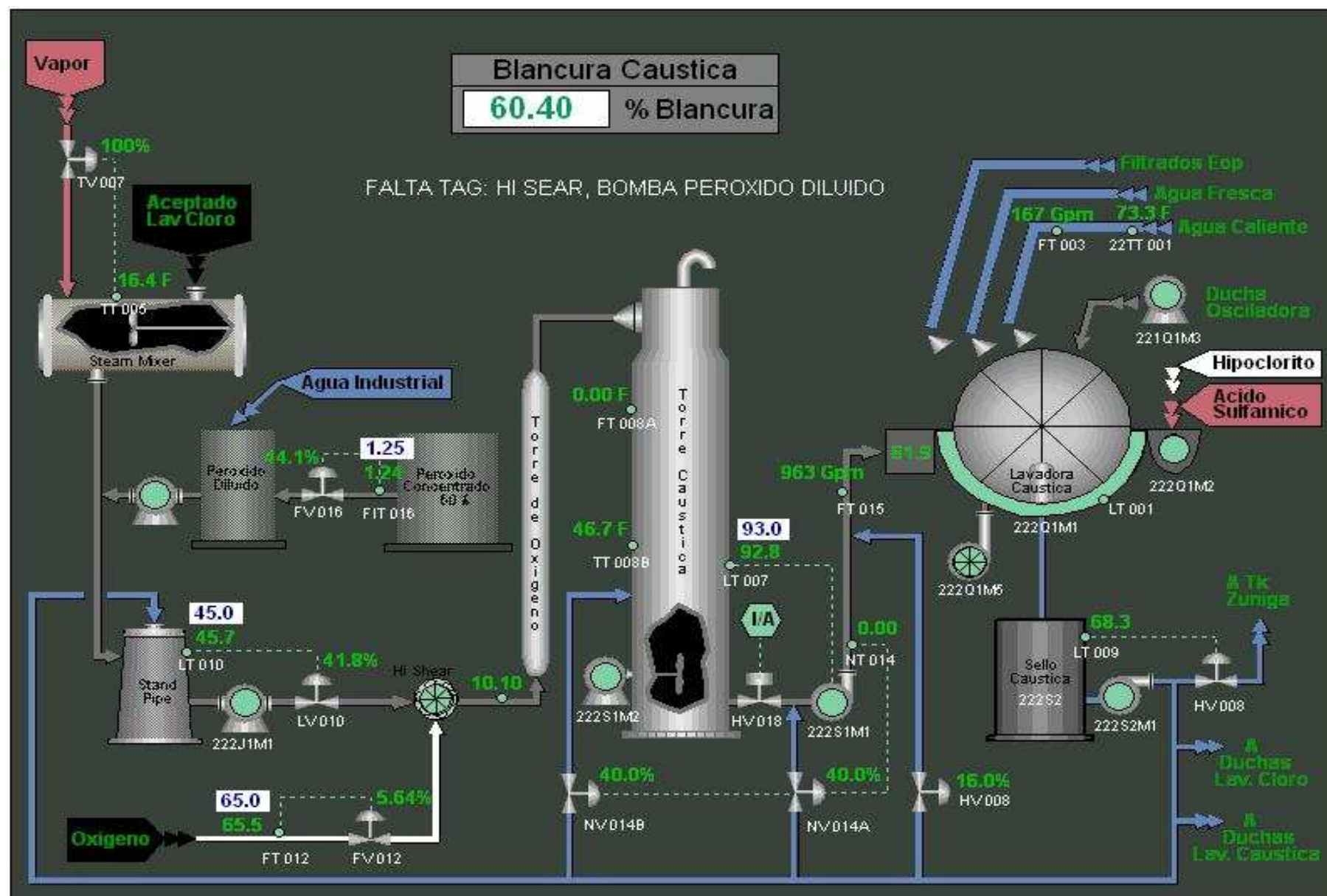


Figura 29. Nuevo display preblanqueo. Sección Pulpa. **Propal** planta 1

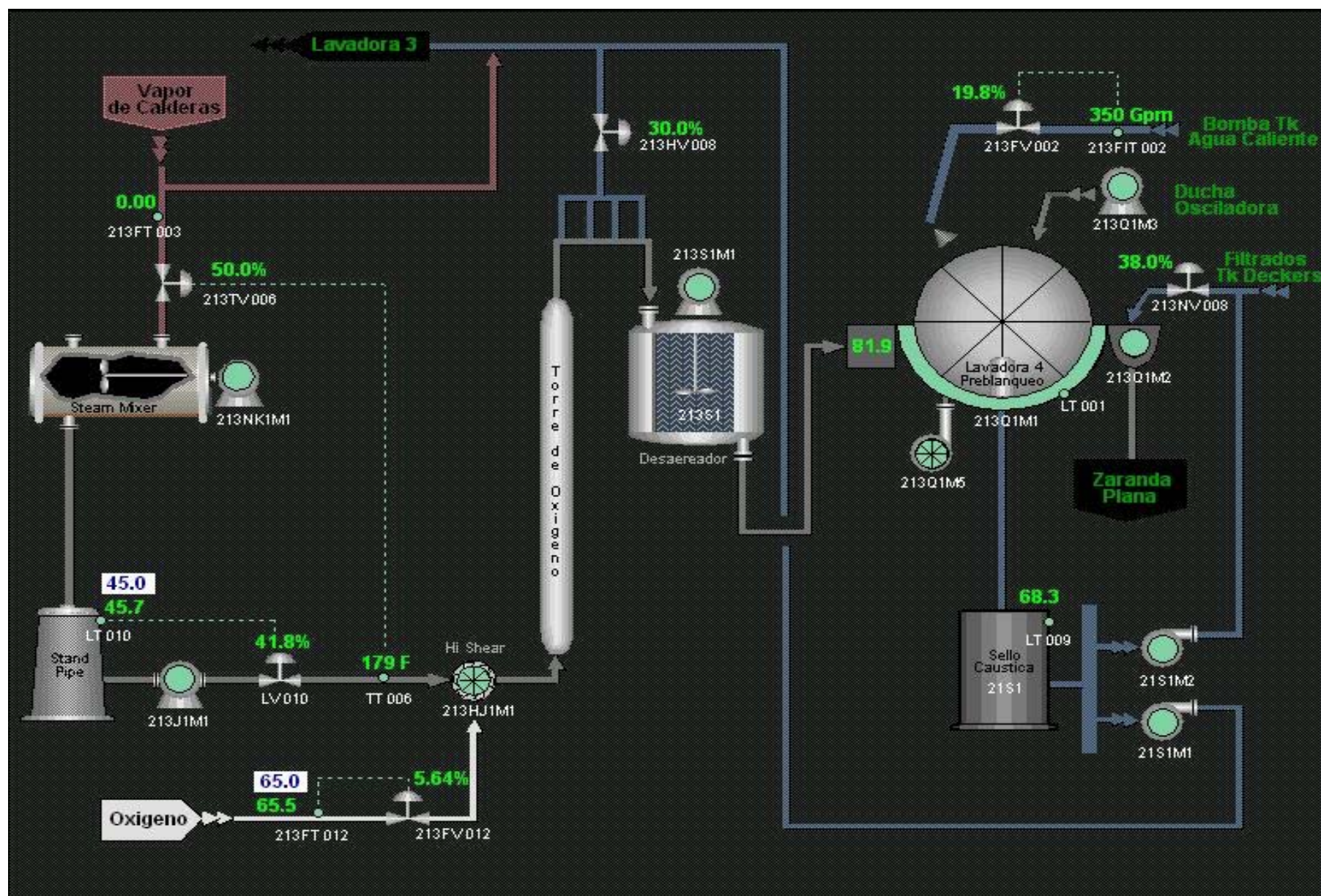


Figura 30. Nuevo display digestores. Sección Pulpa. **Propal** planta 1

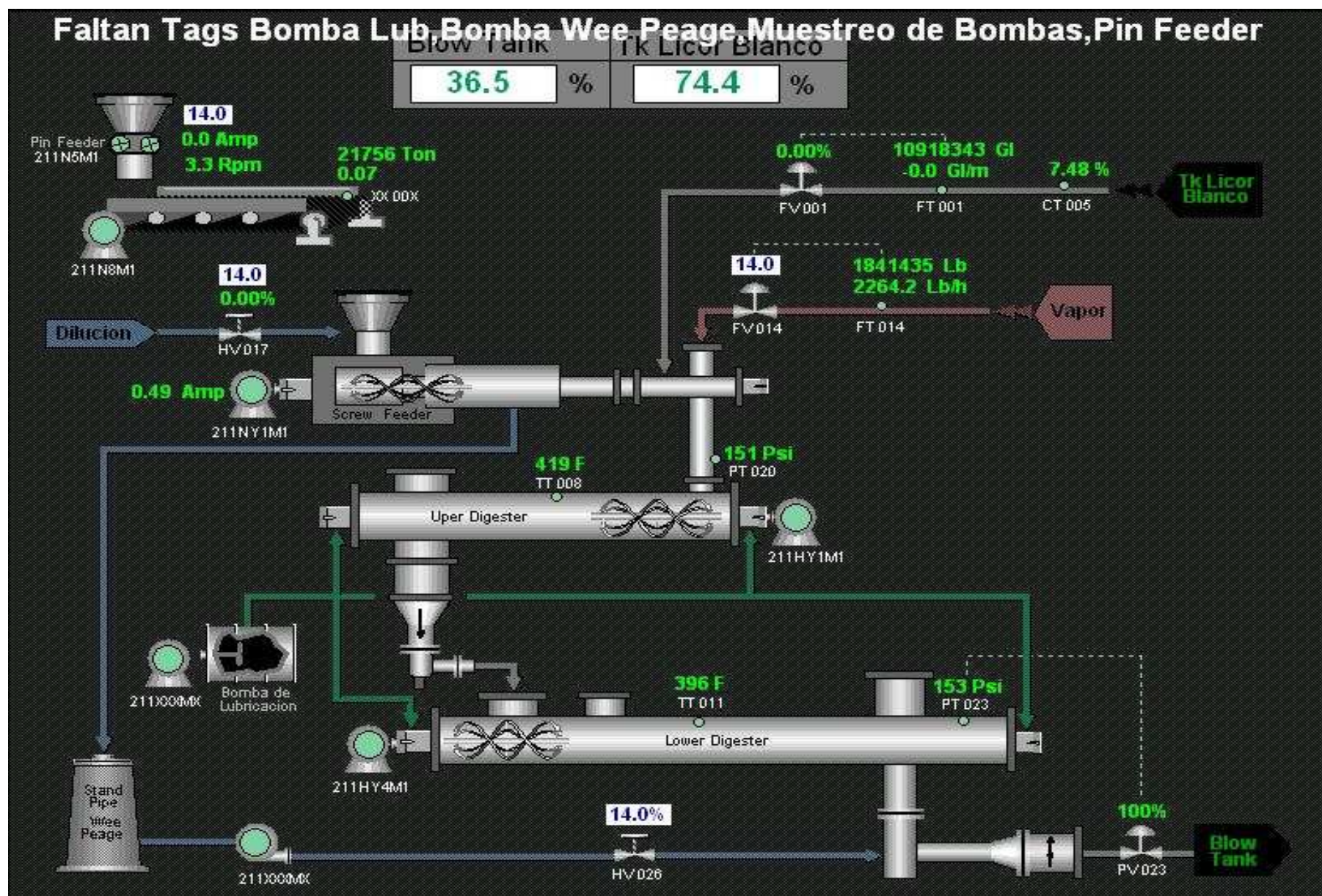


Figura 31. Nuevo display zarandas 2, 3,4. Sección Pulpa. **Propal** planta 1

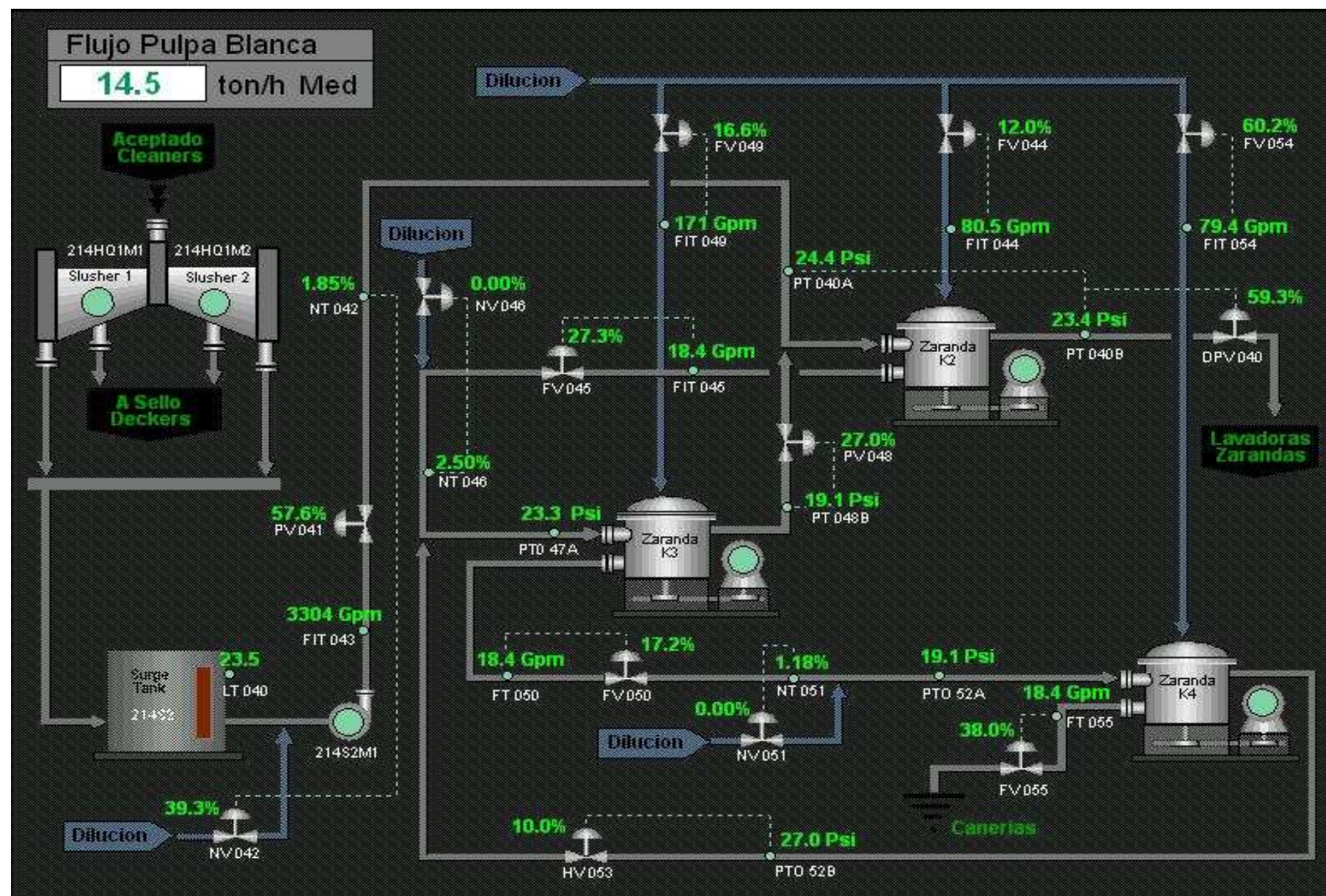


Figura 32. Nuevo display lavadoras preblanqueo. Sección Pulpa. **Propal** planta

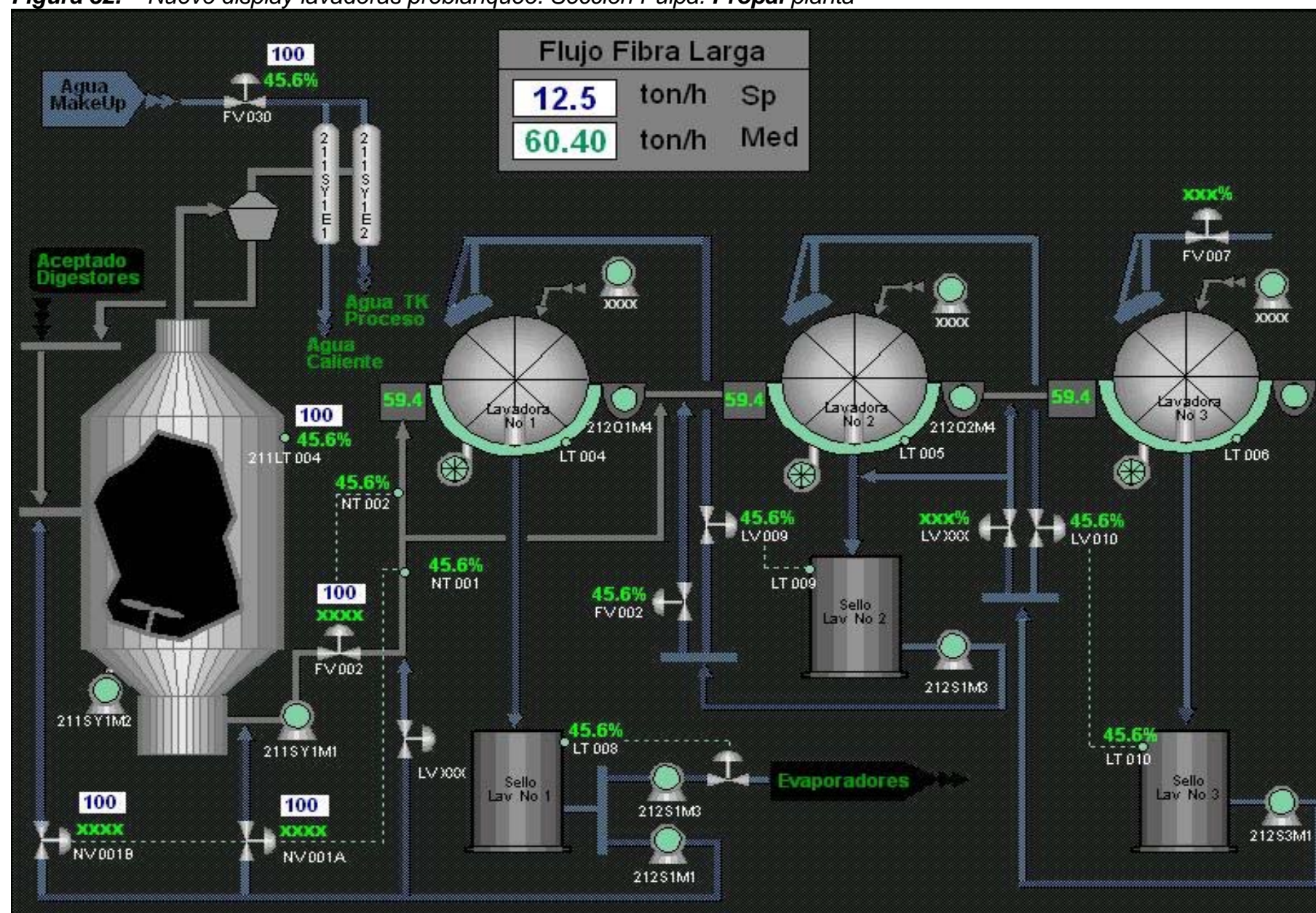


Figura 33. Nuevo display lavadoras 3,4 desmedulado sección Pulpa. **Propal** planta

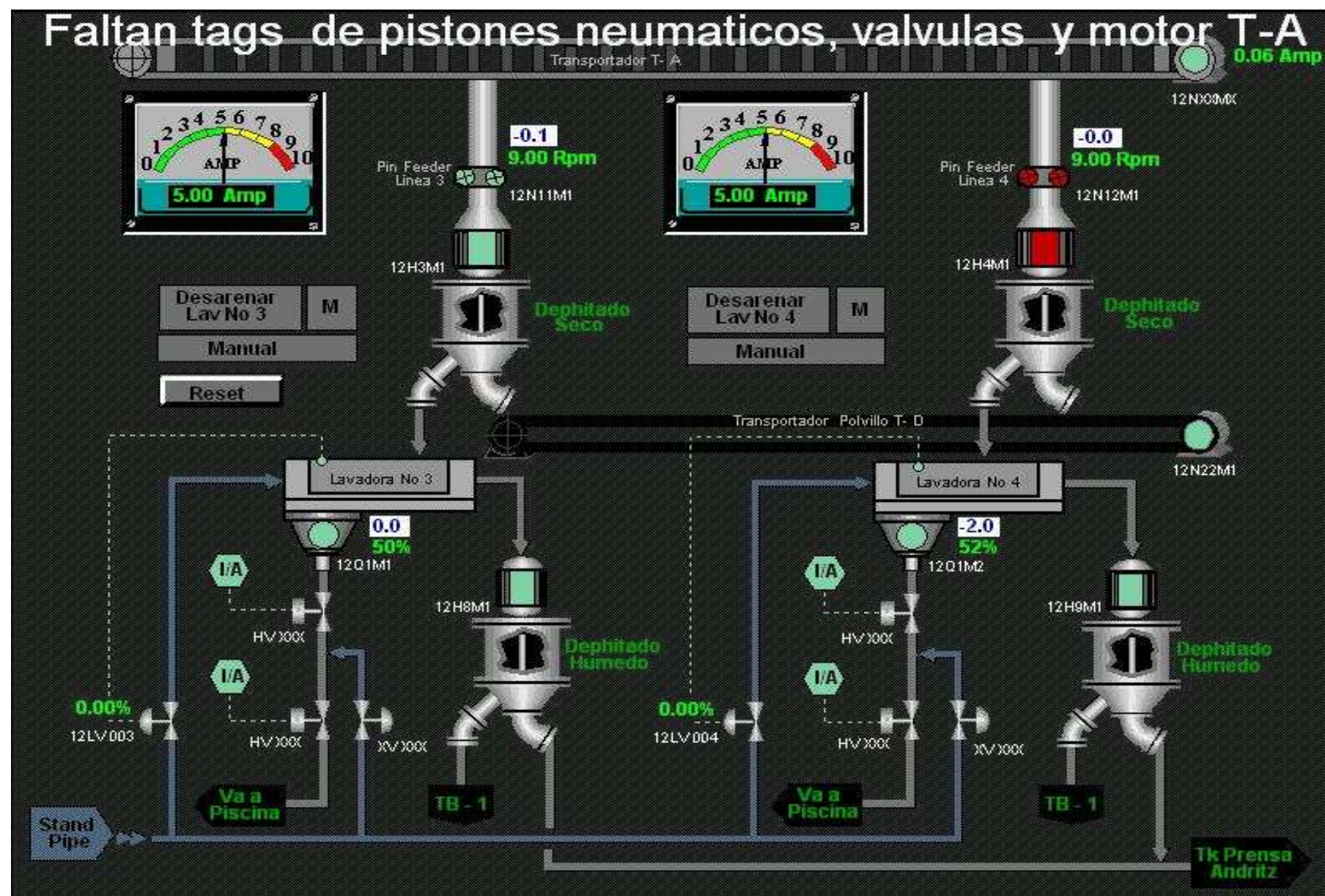


Figura 34. Nuevo display lavadora de bagazo desmedulado. Sección Pulpa. **Propal** planta 1

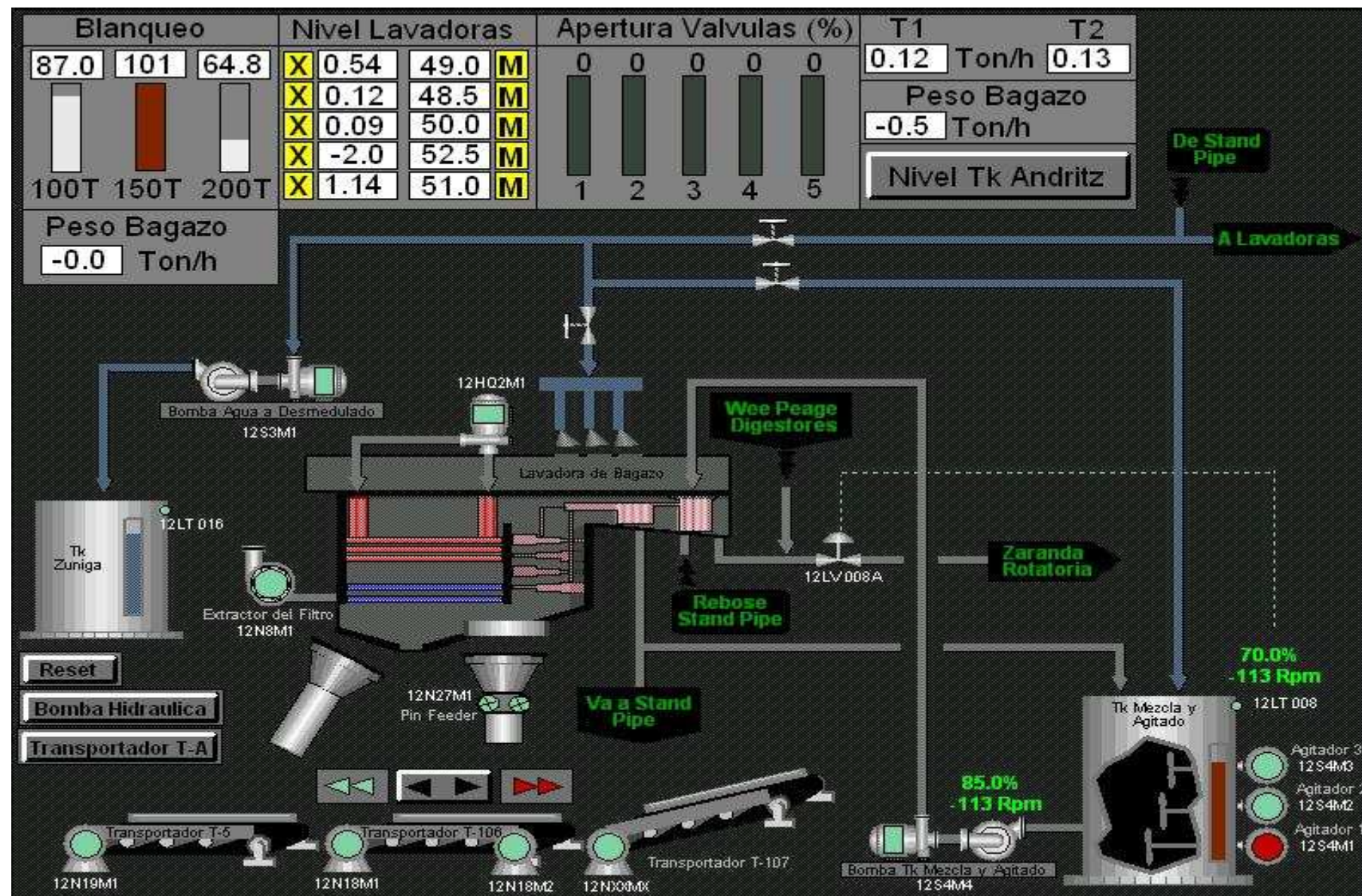


Figura 35. Overlay lavadora de cloro. Sección Pulpa. **Propal** planta 1

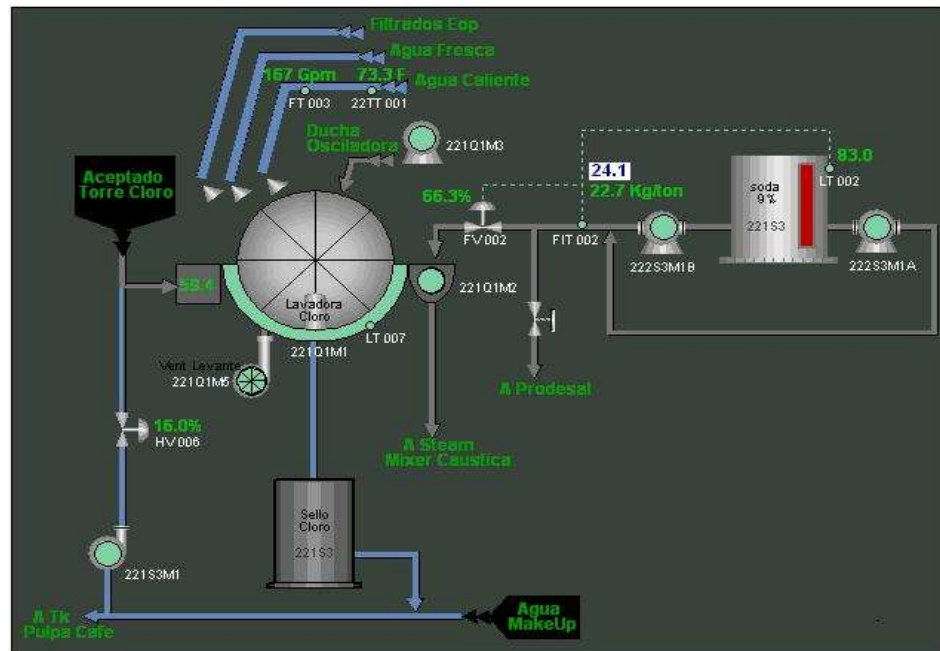


Figura 36. Overlay lavadora de cáustica. Sección Pulpa. **Propal** planta 1

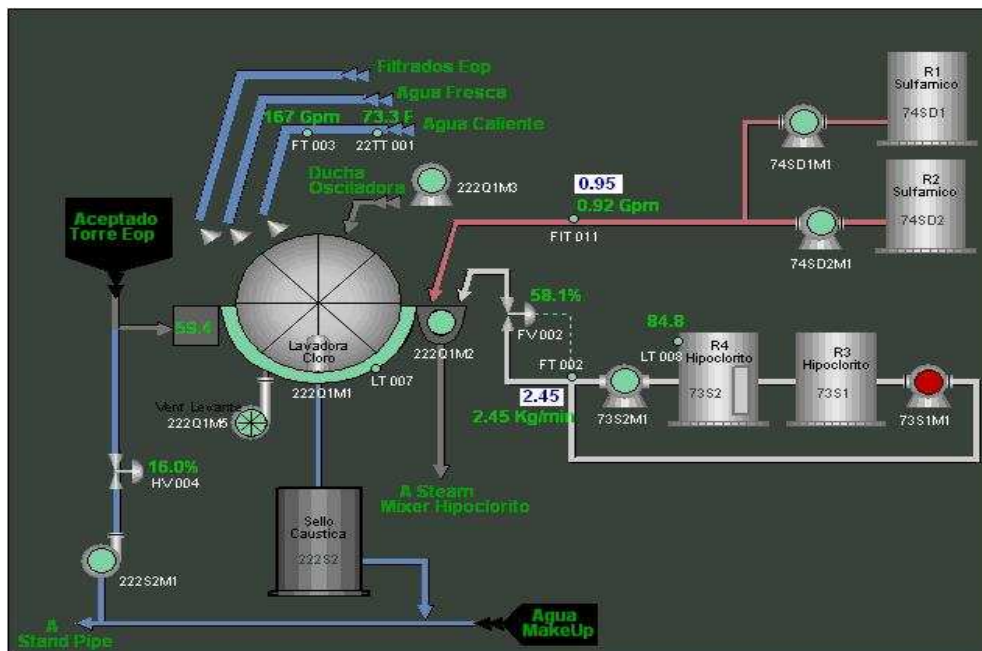


Figura 37. Display informe de procesos. Sección Pulpa. **Propal** planta 1



Figura 38. Overlay control velocidad Prensa andritz



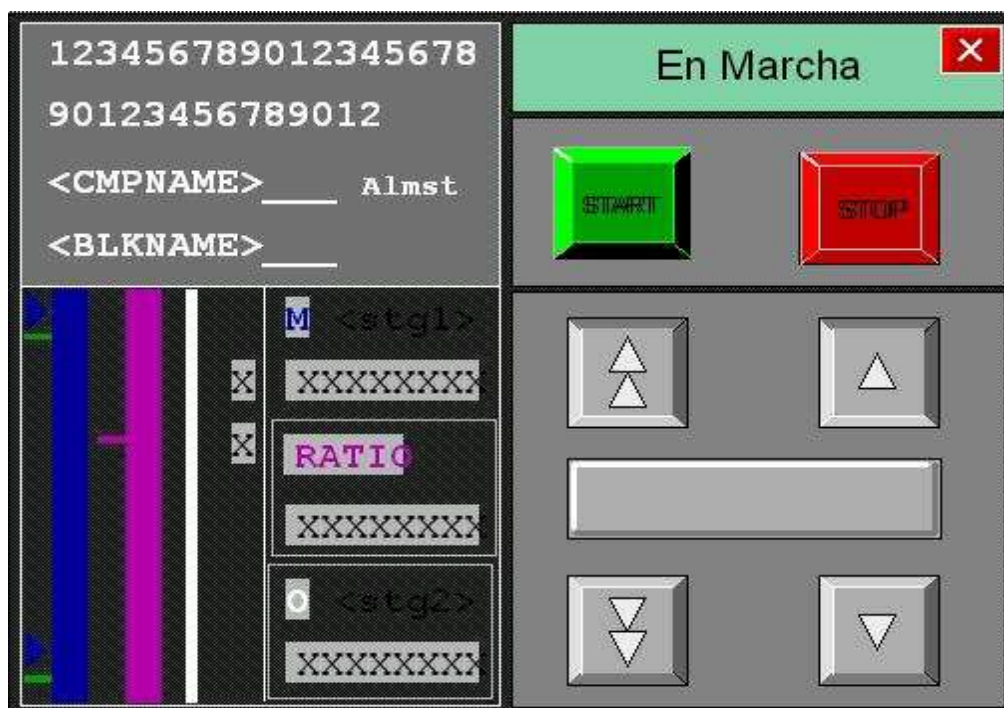
Figura 39. Overlay bomba Hidráulica



Figura 40. Overlay genérico para motores y bombas



Figura 41. Overlay marcha con tendencia a transportadores



➤ Sección Calderas

Figura 42. Nuevo display caldera 1 y 2. Sección Calderas. Propal planta 1

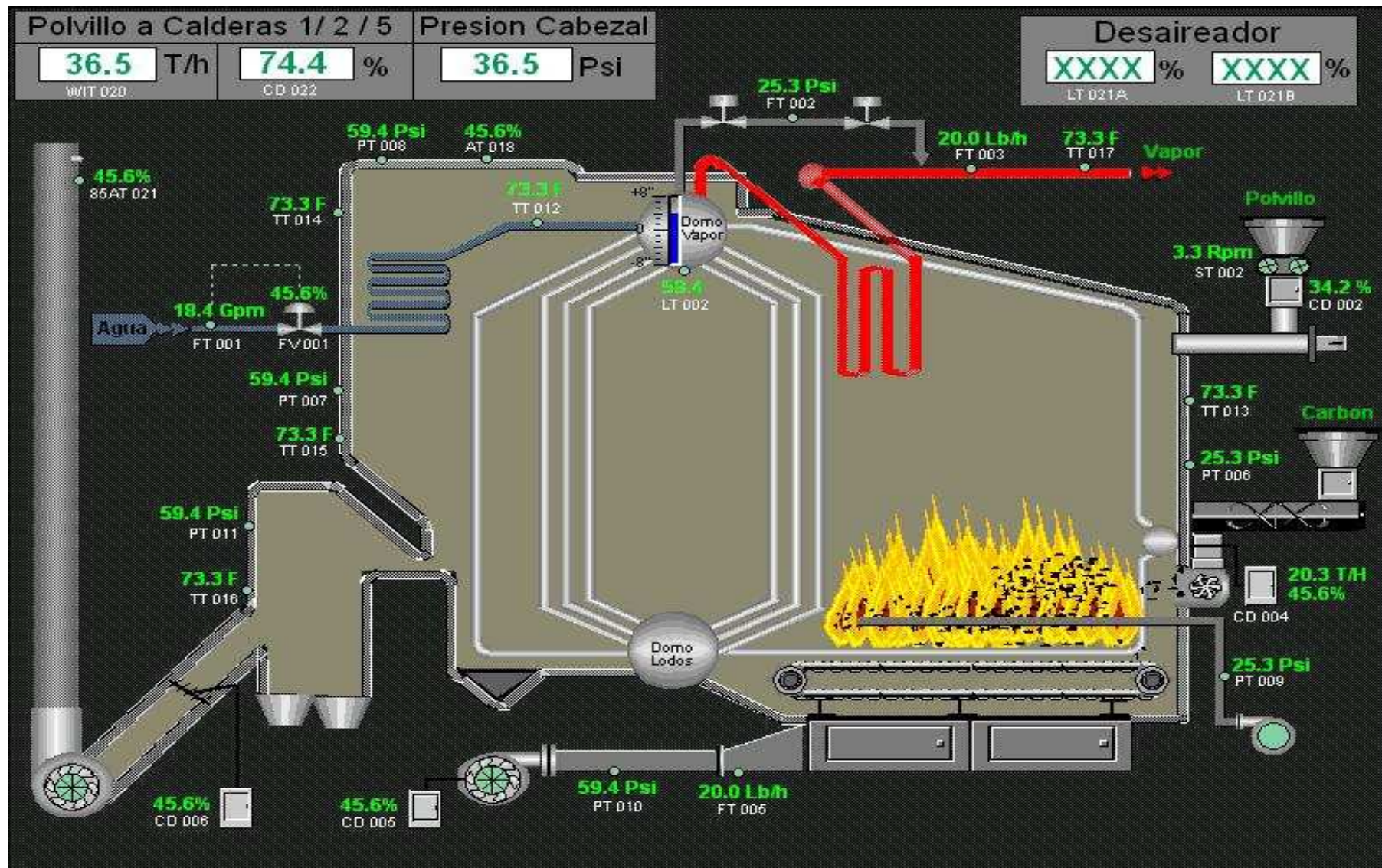


Figura 43. Nuevo display caldera 5. Sección Calderas. Propal planta 1

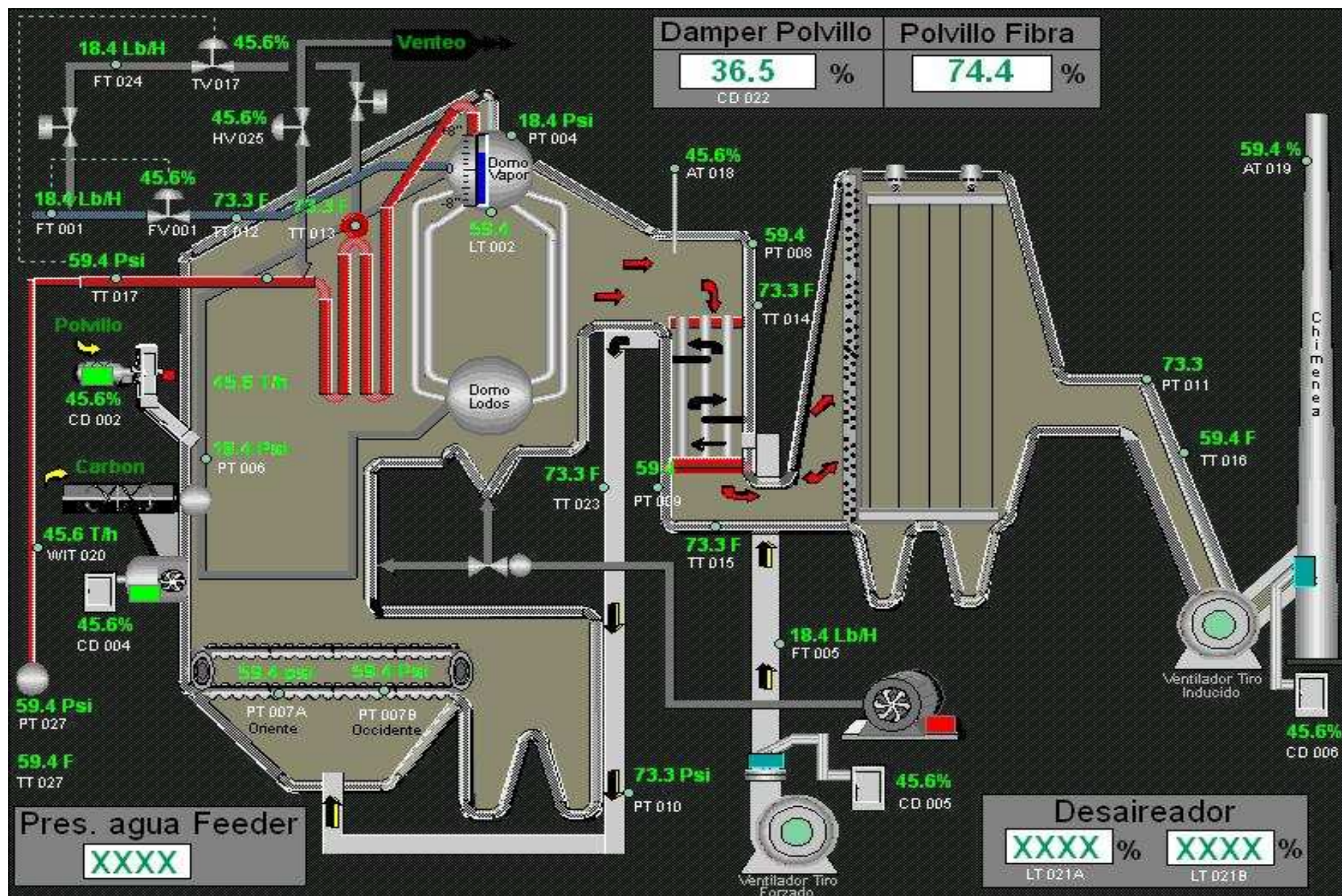


Figura 44. Nuevo display parrillas. Sección Calderas. **Propal** planta 1

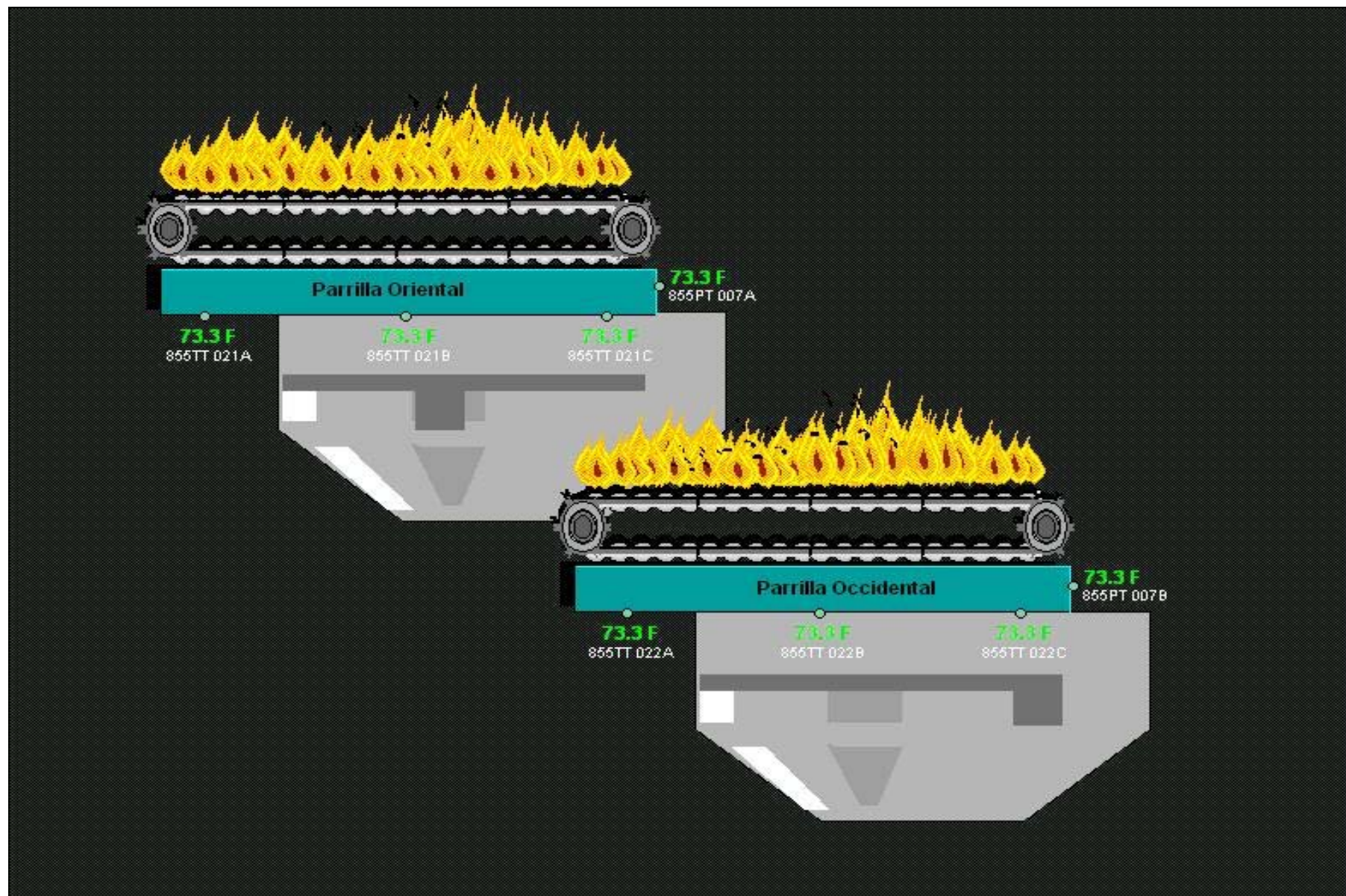


Figura 45. Nuevo display menú caldera 5. Sección Calderas. Propal planta 1



Figura 46. Nuevo display factor de potencia. Sección Calderas. Propal planta 1



6. CONCLUSIONES

Las interfaces HMI diseñadas cumplen con los requerimientos necesarios para el confort, facilidad, fiabilidad y seguridad en su manejo.

En el desarrollo de los nuevos display's se siguieron los lineamientos y normas industriales para garantizar su efectividad.

Después del proceso de rediseño de las pantallas, los procesos son más fáciles de comprender, puesto que la tubería establece un camino legible siempre de izquierda a derecha, las entradas de aditivos químicos se encuentran en la parte superior de los tanques y mezcladores, los datos de cada proceso se encuentran en la parte superior de la pantalla brindando una relevancia mayor a estos y en cada elemento tiene su lazo de control con sus respectivo/s sensor/es o transmisor/es.

Las nuevas interfaces HMI hacen mucho más fácil el control del proceso para operadores.

Con el estudio de los estándares para HMI se levantaron nuevas normas internas que servirán para el diseño de nuevos despliegues.

En las nuevas interfaces, el muestreo de los datos se hace de forma clara y eficiente, puesto que se eliminaron gran cantidad de objetos redundantes

Durante el proceso de rediseño los operadores quienes son los más escépticos, pues no toleran cambios, quedaron satisfechos con el trabajo desarrollado.

BIBLIOGRAFIA

CREUSOT LOIRE ENTREPRISES. Documento No 1603 de 1982. Santiago de Cali, 2006. 176 P

Norma DIN2403 [en línea]. Madrid: Ministerio de trabajos y asuntos sociales, 2000. [consultado 12 de marzo, 2006]. Disponible en Internet : <http://www.mtas.es/>

Norma IRAM10005 parte I y parte II [en línea]. Buenos aires: Estructplan, 2002. [consultado 12 de marzo, 2006]. Disponible en Internet : <http://www.estrucplan.com.ar/index.htm>

Norma NCH1410 [en línea]. Santiago de chile: Dirección nacional de seguridad, 2002. [consultado 12 de marzo, 2006]. Disponible en Internet : <http://www.paritarios.cl>

Norma NCH1979 [en línea]. Santiago de chile: Dirección nacional de seguridad, 2002. [consultado 12 de marzo, 2006]. Disponible en Internet : <http://www.paritarios.cl>

Norma NFPA 704 [en Línea]. Santa fé de Bogotá : ATL technologies, 2001. [consultado 12 de marzo, 2006]. Disponible en Internet : http://www.acsmedioambiente.com/codigo_NFPA.html

Norma NTP566 [en línea]. Madrid: Ministerio de trabajos y asuntos sociales, 2002. [consultado 12 de marzo, 2006]. Disponible en Internet : <http://www.mtas.es/>

Norma UNE1063 [en línea]. Madrid: Ministerio de trabajos y asuntos sociales, 2002. [consultado 12 de marzo, 2006]. Disponible en Internet : <http://www.mtas.es/>

Interpretación de los diagramas y lazos de control [en línea]. Buenos Aires: Revista ciencias, noviembre 22 de 2003. [Consultado 06 de Abril, 2006]. Disponible en Internet:
<http://www.revistaciencias.com/>

Anexo 1. Alfabetos de la familia arial

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
1234567890\$!;?¿",,:;%...() -+x=

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
1234567890\$!;?¿",,:;%...() -+x=






ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
1234567890\$!;?¿",,:;%...() -+x=

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
1234567890¿?¡"#\$%&/()... , = ! + - x [] ; : _

Anexo 2. *Tabla de RAL para aplicación de colores*

COLOR BASICO	RAL		COLOR BASICO	RAL	
Amarillo	1003		Verde Oscuro (esmeralda)	6002	
Amarillo Ocre	1006		Verde	6011	
Marrón	8001		Verde	6021	
Mandarina	2004				
Rojo	3020		Gris Plata	9022	
Violeta	4009		Gris	7035	
Azul Oscuro	5010		Gris	7045	
Azul	5012		Gris	7040	
Azul	5015		Negro	9005	
Azul	5017		Blanco	9016	

Anexo 3. Convenciones para estados y alarmas. Estándar BS5378

COLOR	SIGNIFICADO o PROPOSITO	INSTRUCCIÓN & INFORMACION	CARACTERISTICAS INTRINSECAS	EJEMPLO
Rojo	Prohibido/Peligro Alarma	Comportamiento peligroso; Pare; Dispositivo de emergencia; Evacuar	Forma redonda; pictograma negro con fondo blanco; Ribete rojo y línea diagonal; La parte roja debe ser por lo menos el 35% del área seleccionada	
Amarillo	Advertencia	Tener cuidado; Tome precaución; Evacuar	Forma triangular; Pictograma negro con fondo amarillo y ribete negro; La parte amarilla debe ser por lo menos el 50% del área seleccionada.	
Azul	Obligatorio	Equipo para proteger personal	Forma redonda; Pictograma blanco con fondo azul; La parte azul debe ser por lo menos el 50% del área seleccionada.	
Verde	Emergencia escape; Primeros Auxilios; No peligro	Puertas; Salidas; Rutas de escape; Volver a la normalidad	Forma rectangular o cuadrada; Pictograma blanco con fondo verde; La parte verde deber ser por lo menos el 50% del área seleccionada.	
Rojo (muestras de lucha contra el fuego)	Fuego/ Equipo de lucha	Identificación y localización	Forma rectangular o cuadrada; Pictograma blanco con fondo rojo; La parte roja debe ser por lo menos el 50% del área seleccionada.	

Anexo 4. Paper “Rediseño hmi de los sistemas de control distribuido (dcs) para las plantas de pulpa y calderas propal s.a”

**REDISEÑO HMI DE LOS SISTEMAS DE CONTROL
DISTRIBUIDO (DCS) PARA LAS PLANTAS DE PULPA Y
CALDERAS PROPAL S.A**

Jairo Jeobany Villota Carvajal.

Milton Cesar Mosquera Valencia.

*Universidad Autónoma de Occidente
jairovillota@hotmail.com, miltonmoss676@yahoo.com.ar
Cali Colombia.*

Abstract: Teniendo en cuenta la importancia para **Propal** de cumplir con los requerimientos de calidad, aportamos nuestro grano de arena en cuanto a la comunicación operario-proceso se refiere, rediseñando las HMI (Interfaz Hombre Maquina) existentes en el proceso de fabricación del papel. Siguiendo las convenciones propias de la empresa, los estándares de las normas ISA, los diagramas de funcionalidad y los requerimientos de los operarios se incrementó la seguridad, eficiencia y fiabilidad de las diferentes pantallas que muestran en tiempo real las variables involucradas en el proceso.

Keywords: P&D, Foxboro, Tag, HMI, Lignina.

1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo de grado que sustenta la pasantía realizada en **Propal S.A.** se ve materializado el estudio de los estándares y lineamientos para el diseño de interfaces HMI para ambientes industriales, así como la interpretación de diagramas de proceso e instrumentación (P&ID) que ilustran el proceso del papel y el uso de una herramienta importante de software como lo es FoxDraw.

En la actualidad las interfaces o camisas (Así conocidas en el ámbito operativo), no cumplen con estándares de ergonomía

visual, regulaciones de la ISA o estándares internos en cuanto a simbología y colores se refiere, es importante manejar normatividades y estándares utilizados muy comúnmente en empresas como las papeleras, las petroleras, etc., en los cuales se lleva un orden de información visual, y se utilizan colores predeterminados para procesos o actividades asociadas a los mismos.

La herramienta de trabajo principal es FoxDraw, software tipo CAD/CAM para diseño de interfaces HMI en procesos operativos, licenciado industrialmente y cuyo proveedor es FOXBORO la misma

marca del sistema de control distribuido (DCS) que va a ser monitoreado y controlado.

Como es bien sabido, hoy en día las grandes industrias buscan implementar sistemas de calidad según ISO 9000/95 y sistemas integrados de gestión según ISO 9001/2000, ISO 14001/97 y OSHAS 18001/99 y es un reto para Propal aumentar sus niveles de producción, por lo cual, es de gran importancia contar con un sistema integral DCS-HMI funcional y de calidad.

2. METODOLOGIA

Antes de la primera visita por la planta, por seguridad y política de la empresa es necesario recibir una capacitación en seguridad industrial, donde personal calificado en esta área enseña las posibles causas accidentales dentro del campo (en la planta), las normas de seguridad, el uso de prendas y accesorios, las rutas de evacuación y lo mas importante la conciencia en la propia seguridad.

La fabricación del papel es un proceso que se inicia en los ingenios azucareros en donde se recolecta el bagazo que resulta de la molienda de la caña de azúcar. Este bagazo es pretratado para remover parte de la médula, o el polvillo, que no es apta para la fabricación del papel.

Una vez la fibra de bagazo es transportada a **PROPAL**, se inicia el proceso de desmedulado y lavado en la planta de fibra, garantizando así, la obtención de una fibra de bagazo limpia y lista para la conversión a pulpa.

La planta se encuentra “sectorizada” en cinco áreas:

Calderas, pulpa, blanqueo, maquinas y esmaltados.

En las calderas se produce la combustión de carbón y polvillo generando el vapor que además de ser distribuido por toda las secciones que lo requieran es transformado en energía eléctrica a través del turbo generador.

Cuando la fibra pretratada entra en la planta de pulpa, es sometida a un proceso de cocción con soda cáustica y vapor a alta presión y temperatura, conocido como "proceso a la soda". Su finalidad es eliminar parte de la lignina contenida en la fibra de caña de azúcar.

Posteriormente pasa al sistema de limpieza compuesto por zarandas y depuradores ciclónicos, donde se realiza una separación gruesa y fina de los materiales indeseables, como arena y otras impurezas

La pulpa café obtenida puede continuar al proceso de blanqueo o ser usada en las máquinas papeleras con destino a la fabricación de papeles sin blanquear o naturales.

En la Planta de Blanqueo se retira toda la lignina residual que le confiere el color café a la pulpa, gracias a la reacción química que ocurre en cada una de las torres de retención.

Mediante estos procesos químicos de digestión y blanqueo se obtiene la pulpa para producir papeles "Woodfree", término con el que en la industria papelera se conocen aquellos productos que no contienen lignina, a diferencia de los que provienen de un proceso de pulpeo mecánico, tales como los papeles tipo periódico y LWC (esmaltados de bajo gramaje para revistas).

La pulpa blanqueada es utilizada para la producción de papel y cartulinas finas.

La pulpa también puede ser prensada para extraerle la humedad, convirtiéndola en hojas para su fácil almacenamiento y transporte, posterior utilización en la fábrica o para venta externa.

La pulpa de bagazo, blanqueada o sin blanquear, se le agregan diferentes químicos como carbonato de calcio, encolantes y diversos aditivos, de acuerdo con la formulación específica de cada grado de papel a ser producido, dependiendo de su uso final.

La mezcla se pasa a través de unos depuradores ciclónicos, retirando impurezas como arena y astillas del bagazo entre otros, para mejorar la calidad de la pulpa que posteriormente va a entrar a la máquina de papel.

En Maquinas la hoja de papel es pasada por un sistema de rodillos, llamado calandria, que prensa la hoja para dar mejores propiedades de apariencia como lisura, calibre y porosidad. Esta hoja continua de papel es enrollada en bobinas de gran tamaño, llamadas "jumbos" o "reeles", donde se corta a rollos en anchos más pequeños de acuerdo a lo solicitado por los clientes.

En la sección de terminados se llevan a cabo actividades tales como: conversión de rollos en hojas, rollos de otras dimensiones, rollos para ser supercalandreados (reducción de calibre e incremento de la lisura del papel) o rollos para ser embozados (textura predeterminada).

La fabricación de papel es un proceso continuo y tiene sistemas computarizados de medida y control de las principales

variables y características de calidad de papel.

El proceso de esmaltado tiene como fin aplicar al papel base por una o ambas caras, un recubrimiento de pigmentos, almidones, y adhesivos sintéticos. Este proceso se realiza aplicando la película de esmalte sobre la superficie del papel base de características predeterminadas y de acuerdo con la calidad que se requiera.

Finalmente el papel esmaltado se corta y se despacha de acuerdo con los requerimientos del cliente.

Después de observar en campo y conocer el proceso de fabricación de papel se continua con el estudio de las convenciones internas de la empresa (ver Procedimiento para estandarización de colores de acabado y señalización de instalaciones y equipos), donde se ve claramente el procedimiento para la estandarización de colores, acabado y señalización de instalaciones y equipos, como por ejemplo una motobomba que tiene como tag (código alfanumérico que identifica al objeto) 221Q1M5. El numero 221 significa que esa motobomba pertenece a la planta de pulpa, esta asociada al tanque numero 1 (Q1) y es el motor 5 (M5). Además es posible identificar a través de estas normas objetos como por ejemplo tanques, tuberías, franjas para equipos, estructuras, lugares etc. como también los riesgos involucrados.

Otra de las normas estudiadas es la guía para el diseño de HMI (ver Guia para el diseño de interfaz hombre maquina en sistemas de control), donde se establecen los lineamientos para el desarrollo de los despliegues en los sistemas de control garantizando la mayor claridad y facilidad en la comunicación usuario proceso y sistema. La organización de los

despliegues, es uno de los mencionados lineamientos donde nos enseña que según estudios ergonómicos una persona “ataca” visualmente una pantalla haciendo un barrido de izquierda a derecha desde la parte superior a la inferior. Por lo tanto es de vital importancia que los elementos mas importantes (para nuestro caso alarmas) se deban ubicar en la línea de barrido, entre otras.

Estudiadas profundamente las normas y convenciones para la estandarización y desarrollo de las HMI se realiza el análisis de los diagramas de funcionalidad (P&D). En estos diagramas se aprecia la interconexión de los equipos involucrados en el proceso y los lazos de control asociados para cada instrumento, ver figura 1.

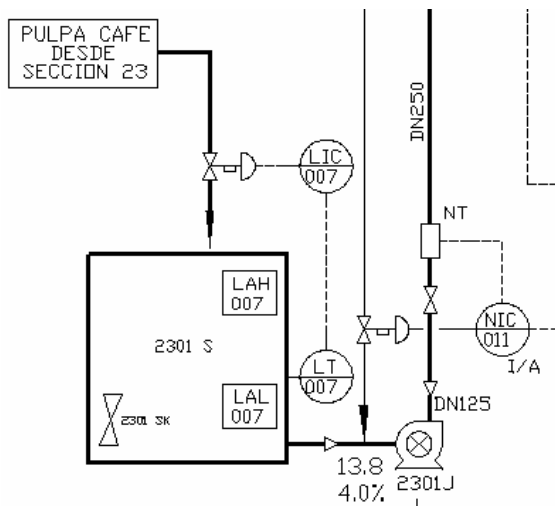


Figura 1: El transmisor de nivel (LT007) realimenta al sistema donde el controlador (LIC007) hace actuar la electroválvula que permite llenar el tanque (2301).

Otro aspecto a considerar en esta fase es la partición de los P&ID de tal manera que

los display propuestos no reflejen saturación de objetos implicando carga visual para los observadores.

Otro factor influyente en la carga visual es el uso del color, donde su exceso puede hacer a una página confusa y abrumadora (ver Guia para el diseño de interfaz hombre maquina en sistemas de control). No es recomendable utilizar el negro o blanco de fondo ya que producen demasiado brillo y no proporcionan un buen fondo para todo el rango de colores.

Las opiniones de los operarios considerados como observadores primarios, son de vital importancia para el eficaz desarrollo de los nuevos display, porque como se dijo anteriormente los operarios son observadores de primera mano y ejecutores principales de los elementos en desarrollo (display).

Después de un exhaustivo análisis se detectan deficiencias que cobran una gran importancia en el buen desempeño y funcionamiento de los antiguos display. Estas deficiencias se ven reflejadas a través de información redundante que saturan la vista debido a una serie de objetos dibujados con exceso de realidad, una pésima distribución geométrica en la que no se detalla el inicio y fin del proceso, un color de fondo que contiene mucho brillo causando cansancio visual, una variedad de colores que no son los apropiados para distinguir los tipos de sustancias de los tanques y tuberías implicadas en el proceso (cloro, hipoclorito, soda cáustica, vapor etc.), cajas de texto y tipos de letras que no permiten diferenciar cuales son de mayor importancia. Ver figura No1



Figura 2. Parte del display de clorinación, se puede observar la deficiente distribución geométrica generando carga visual.

Después de determinar las deficiencias existentes se procede al aprendizaje para la correcta utilización del software empresarial (FOX-Draw), para ello se estudia su respectivo manual indispensable para la realización de los display procediendo a la creación y ejecución de los mismos.

Iniciando con las pantallas existentes en el área de calderas, luego se pasa al área de pulpa y finalmente con el área de blanqueo. Operación que se realizó en planta 1 para luego efectuarla en planta 2.

3. CONCLUSIONES

1. Las HMI cumplen con los requerimientos necesarios para el confort, facilidad, fiabilidad y seguridad en su manejo.
2. En el desarrollo de los nuevos display se han seguido rigurosamente determinados lineamientos y normas industriales para garantizar su efectividad.
3. Después del proceso evaluativo de las pantallas propiedad de la empresa se

llega a la conclusión de que los nuevos despliegues de control son mucho más fáciles de comprender y entender por parte de los observadores y operarios.

4. Las nuevas HMI hacen mucho más fácil el manejo por parte de los observadores y operarios.
5. En la creación de las pantallas se denota la fácil verificación de las distintas variables inmersas en el proceso de fabricación del papel.

RECONOCIMIENTOS

A nuestras familias porque nos han apoyado siempre, han creído en nosotros, en nuestras capacidades y en la etapa final de nuestro camino universitario estando orgullosos de nuestros logros.

Agradecemos la oportunidad brindada por la empresa PROPAL S.A. y en especial a los ingenieros Mario López, Henry Ramos y Carlos Beltrán, a los operadores de maquinas Edison medina, Alonso Becerra y Juan Salazar, a los dibujantes Sergio Medina y William Castro por la colaboración prestada para la realización de esta pasantía.

De igual manera queremos agradecer al Ing. Andrés Felipe Navas por dirigir y orientar esta pasantía quien nos asesoró dedicando gran parte de su tiempo en la realización de este proyecto.

REFERENCIAS

- ALEJANDRO ROBLEDO. Procedimiento para estandarización de colores de acabado y señalización de instalaciones y equipos. Propal S.A.
- MARIO LOPEZ. Automatización Y Control De Procesos Propal S.A.
- I/A SERIES. Fox View and Fox Draw. V99.2.1. Release Notes. 2000.

CLE CREUSOT-LOIRE ENTREPRISES.
Documentos Eléctricos e Instrumentales de
1984. Santiago de Cali, 2006.
Especificación técnica de Propal S.A.

ISA AMERICAN STÁNDAR
INSTRUMENTATION. Instrumentation
symbols and identification. 1984. Santiago
de Cali, 2006. Especificación técnica
Propal S.A.

Especificaciones sistemas de control
distribuido invensys [en línea].
Massachussets: INVENSYS, 2001.
[Consultado 04 de Abril, 2006].
Disponible en Internet:
<http://www.foxboro.com/>

Standards [en línea]. New jersey: isa.org,
1995. [Consultado 06 de Abril, 2006].
Disponible en Internet:
<http://www.isa.org/>

Interpretación de los diagramas y lazos de
control [en línea]. Buenos Aires: Revista
ciencias, noviembre 22 de 2003.
[Consultado 06 de Abril, 2006].
Disponible en Internet:
<http://www.revistaciencias.com/>